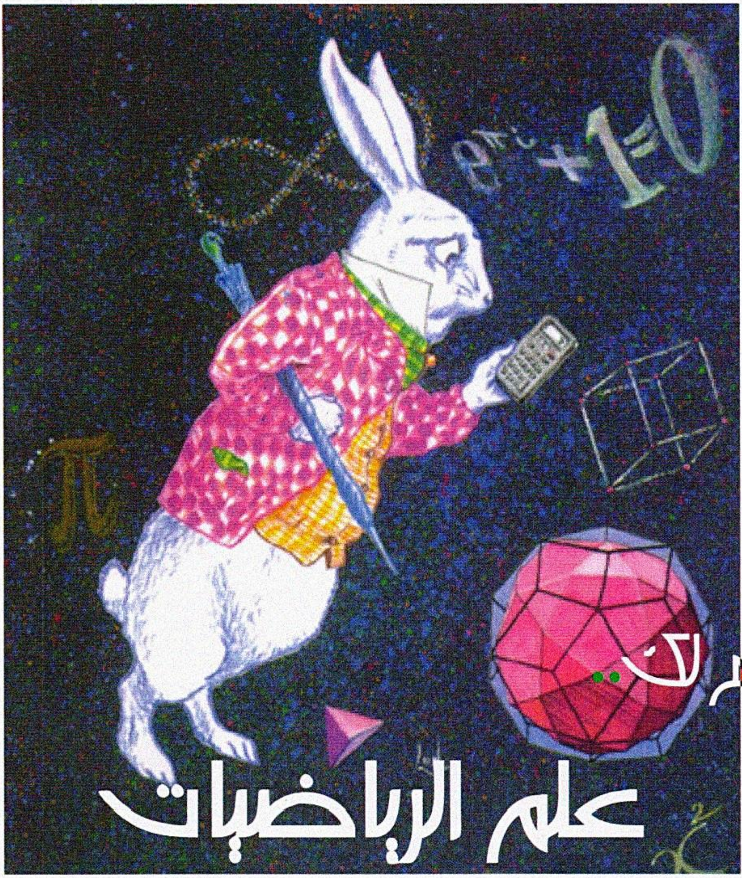
المجلس الأعلى للثقافة
المشروع القومي للترجمة



أقدم لك.. علم الرياضيات

تأليف
زياودن ساردر
جيرى رافتز
بورين فان لون

ترجمة
ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم
إمام عبد الفتاح إمام

401

المشروع القومى للترجمة

أقدم لك ...

علم الرياضيات

تأليف

زياودن ساردر

جيرى رافتز

بورين فان لون

ترجمة

ممدوح عبد المنعم

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام

المجلس الأعلى للثقافة

٢٠٠٢

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية

٢٠٠٢/٤١٧١

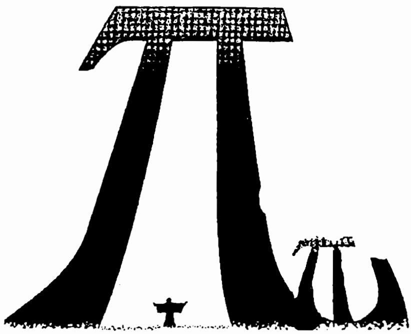
الترقيم الدولى I.S.B.N

977-5769-45-0

المشروع القومى للترجمة
باشراف: جابر عصفور

هذه ترجمة لكتاب

THE MATHEMATICS



Ziauddin Sardar
Jerry Ravetz and
Borin Van Loon

شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة. ت: ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس: ٧٣٥٨٠٨٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo
Tel: 7352396 E.Mail: asfour@oncbox.com

تهدف إصدارات المشروع القومى للترجمة إلى تقديم كافة الاتجاهات والمذاهب الفكرية للقارئ العربى وتعريفه بها ، والأفكار التى تتضمنها هى اجتهادات أصحابها فى ثقافاتهم المختلفة ولا تعبر بالضرورة عن رأى المجلس الأعلى للثقافة .

"مقدمة"

بقلم المراجع

«أقدِّم لك.. هذا الكتاب!»

هذا هو الكتاب الحادى عشر فى سلسلة «أقدِّم لك..» وهو يدور حول « الرياضيات ...»

والواقع أن الرياضيات ترتبط بالفلسفة ارتباطًا دقيقًا منذ فجر الفلسفة عندما كتب أفلاطون على باب الأكاديمية «مَنْ لم يكن رياضيًا فلا نصيب له عندنا» أو «من لم يكن مهندسًا فلا يدخل علينا». وجعل الرياضيات مدخلاً إلى الفلسفة واشترط كلامه دراسة الرياضيات كخطوة تمهيدية لدراسة الفلسفة ـ ولقد كان برتراند رسل فى الفلسفة المعاصرة هو المثل النموذجى لهذه الرابطة ، فقد دخل إلى الفلسفة من باب الرياضيات عندما حاول تعريف «العدد» ، وكما حاول فى كتابه «أصول الرياضيات» أن يحدد معنى اللامعرفات..

وربما اشتركت الرياضيات أيضًا مع الفلسفة فى خاصيتين هامتين هما «التجريد» و «الصورية» ـ ولعل هذا هو السبب فى شكوى الناس من الرياضيات، ومن الفلسفة فى آن معًا. (لأن التفكير البشرى يبدأ بالمحسوسات ويتمسك بها ويجد صعوبة فى الانتقال من المحسوس إلى اللامحسوس أو المجرد!) ـ ولهذا السبب يبدأ المؤلف فى الصفحة الأولى من كتابه بالحديث عن شكوى الناس من الرياضة متصورين أن الناس ينقسمون قسمين أشخاص يفهمون الرياضيات (وهم نوع خاص من البشر) وأشخاص لا علاقة لهم بها!.

لكنه يبين لنا مدى حاجتنا إلى الرياضيات التى يرى أن الحياة لا يمكن تصورها بدونها. فنحن نحتاج إلى الرياضيات فى البيع والشراء، وفى التسوق، وإعداد ميزانية

المنزل، وإدارة أعمالنا، وبناء منازلنا، دائماً فى أعمالنا المصرفية، وعمل الخرائط، والسفر حول العالم بل حتى إلى الخروج من عالمنا إلى الفضاء الخارجى! بل إن الرياضيات ضرورية للعلم والاقتصاد والطب والتكنولوجيا باختصار هى المحرك الذى يحرك حضارتنا الصناعية !.

ثم يبدأ المؤلف فى الحديث عن «علم الحساب» وتاريخه ومساره مع مراحل البشرية والحضارات القديمة، وهو العلم الذى بدأ عند القبائل البدائية بالعدّ فالعدّ قديم قدم الكتابة أو لعلّة أقدم منها، فقد استخدم الإنسان الأول الخطوط القائمة للدلالة على الأرقام، فرسم الواحد هكذا I والاثنين هكذا II والثلاثة هكذا III .. الخ، واستخدم الصينيون هذا الأسلوب حتى الخمسة IIIII ، ثم عبروا عن الستة بخط قائم يعلوه خط أفقى هكذا T ، وعن السبعة بخطين قائمين يعلوهما خط أفقى TT وعن الثمانية بثلاثة خطوط يعلوها خط أفقى TTT وهكذا.

أما المصريون القدماء فقد رمزوا إلى الواحد بخط قائم I، وللاثنين بخطين قائمين II ورمزوا للعشرة بباب مقنطر ضيّق ∩، ومعظم طرائق العد مبنية على أساس الخمسة باعتباره عدد أصابع اليد الواحدة، أو على العشرة باعتبار عدد أصابع اليدين الاثنتين، أما البابليون فاتخذوا من الستين وحدة عددية، ودوّن اليونان الأعداد بالحروف الهجائية فجعلوها حرف a للواحد، وحرف b للاثنين، وهكذا حتى العشرة، واعتبروا الـ ف الحادى عشر مقابل العشرين، والحرف الثانى عشر مقابل الثلاثين .. وهكذا.

أما الهنود فقد جعلوا للأرقام رموزاً مستقلة هى ١, ٢, ٣, ٤, ٥ .. الخ، واخترعوا الصفر، لكنهم لم يحسنوا استغلال تلك الأرقام ولم يفيدوا من اختراع الصفر.

ولقد أخذ العرب هذه الأرقام والصفر عن الهنود وعن العرب أخذ الغربيون الأرقام الهندية وسموها الأرقام العربية، وأخذوا الصفر أيضًا باسمه العربى «صفر» (أى فارغ أو خال) ولفظ Cipher فى الإنجليزية (ومعناها صفر أيضًا) خير دليل على ذلك، ويقال : إن اختراع الصفر كان من أهم المنجزات الفكرية وبدون ما كانت الرياضيات الحديثة أمرًا ممكنًا..

والواقع أن الكتاب يعطى للحضارة العربية دوراً عظيمًا فيما أسهمت به فى تاريخ

الرياضيات فنراه يقول صراحة : «قام المسلمون بتوحيد الفكر الرياضى فى جميع الحضارات السابقة عليهم فأدمجوا الجبر والعلاقات الحسابية البابلية والصينية والهندية بالعلاقات الهندسية اليونانية والهلنستية، وينتهى إلى أنهم كانوا على درجة عالية جداً من الجرأة فى «تعاملهم مع العمليات الحسابية» ثم يتحدث عن شخصيات عظيمة مثل الخوارزمى «مؤسس علم الجبر» وتطويره عند «الصموعل» والكراجى، وعمر الخيام االشاعر وعالم الرياضيات، والبطانى وغيرهم من أعلام المفكرين المسلمين..

والكتاب فى الواقع متعة لا تقدر حتى بالنسبة لغير المتخصص ، وإننا لنأمل أن نكون بترجمته قد قدمنا خدمة متواضعة فى المشروع القومى للترجمة.

والله نسأل أن يهدينا جميعًا سبيل الرشاد،،

المشرف على المشروع

إمام عبد الفتاح إمام

لماذا الرياضيات ؟

يئن كل شخص عند الذكر المطلق للرياضيات ، فالكثير من الناس يعتقدون أن العالم مقسم إلى نوعين من الناس . الأول هم الأشخاص بالغو الذكاء الذين يفهمون الرياضيات وهم بالطبع ليسوا من النوع الذى يمكن مقابلته فى إحدى حفلات السمر ...



ولكننا جميعاً نحتاج لفهم الرياضيات إلى حدٍ ما، فبدون الرياضيات لا يمكن تصور الحياة.





فى الواقع أصبحت الرياضيات دليلنا للعالم الذى نعيش فيه، العالم الذى نشكله ونغيره والذى نعتبر نحن جزءًا منه. ولأن العالم أصبح معقداً لدرجة كبيرة وكذلك الأشياء المشكوك فيها أصبحت مهمة ومنذرة ، فنحن نحتاج الرياضيات لوصف المخاطر التى نواجهها ولنخطط لمعالجتها.

وتتطلب قدرة التعامل مع الرياضيات موهبة خاصة ومهارة مثل أى مجال آخر للمحاولات البشرية كالرقص مثلاً. والرياضيات أنيقة جداً وجميلة فى روحها تماماً مثل الأداء الجاد المعقد لفرقة الباليه الماهرة. وبالرغم من أن معظمنا لا يستطيع أن يكون راقص باليه محترف لكننا نعرف كيفية الرقص وفعلياً من الممكن أن نرقص . وبالمثل يجب أن نعرف جميعاً ما تتناوله الرياضيات وأن تكون لدينا القدرة على فهم ومعالجة بعض الخطوات الأساسية.



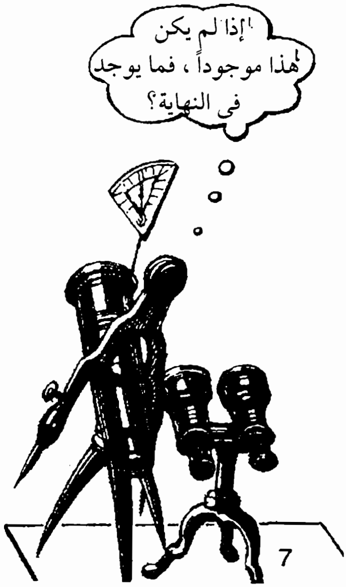
الحساب



يتعلم الأطفال
فى المدرسة
كيفية العد
والحساب والقياس
وبمجرد تعلمهم ذلك تبدو هذه الطرق
أنها ابتدائية، ولكن بالنسبة للمبتدئين تبدو أنها
مليئة بالألغاز.

أصبحت عملية تسمية الأرقام مثل التعويذة وخاصة
عند التعامل مع أكبر رقم، فالعد إلى مائة ممل
ولكن العد إلى ألف يشبه تسلق الجبال !

ترى ما هو الرقم الأخير أو أكبر الأرقام على
الإطلاق ؟



كيف أسمينا الأرقام كما نقرؤهم واحداً تلو الآخر، ربما يكفى تسمية عدد قليل من الأرقام. تستطيع بعض الحيوانات تمييز التجمعات المختلفة حتى خمسة أو سبعة أفراد، وما يزيد عن ذلك يطلق عليه «العديد» فقط. ولكن إذا كنا نعرف أن الأرقام تزداد دون توقف فلا يمكننا إطلاق الأسماء الجديدة بدون توقف.



لم تكن لغة الهنود Dakota [١] مكتوبة ولكنها كانت عبارة عن قطعة من القماش مرسوم عليها صور بالحبر الأسود، وفى كل سنة يتم رسم صورة جديدة لتوضيح الحدث الرئيسى فى السنة المنقضية.

(١) الداكوتا Dakota ـ قبيلة من الهنود الحمر في الولايات المتحدة الأمريكية تستخدم لغة خاصةبها هي اللغة السوانية Siouan (المراجع).

وأفضل طريقة لعملية تنظيم التسمية والعد هى اتخاذ «أساس» وهو عبارة عن رقم يميز بداية العد مرة أخرى. وأبسط أساس هو اثنان، فعلى سبيل المثال قامت مجموعة من الأستراليين البدائيين (Gumulgal) بالعد بالطريقة التالية :

١ = أورابون

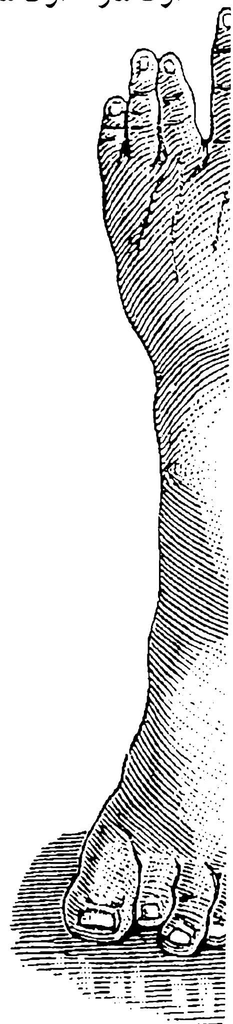
٢ = أوكاسار

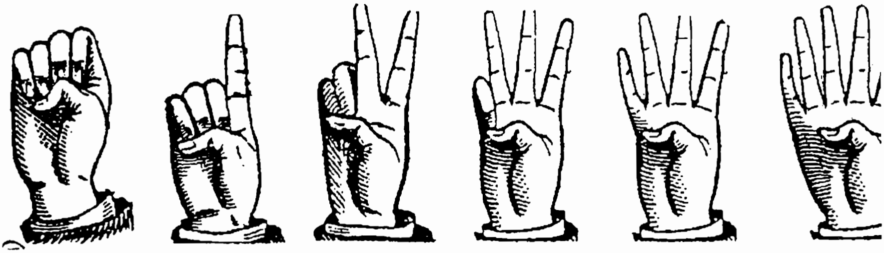
٣ = أورابون - أوكاسار

٤ = أوكاسار - أوكاسار

٥ = أوكاسار - أوكاسار- أورابون.







وتعتبر أصابع اليد مفيدة فى تعريف الأساسات، بعض الأنظمة تستخدم الخمسة كأساس والبعض الأكثر شيوعاً يستخدم العشرة. ويمكن استخدام العديد من الأساسات الأخرى. فعلى سبيل المثال العملة المتداولة فى بريطانيا قديماً كان بها العديد من الأساسات : إثنا عشر (بنس فى كل شلن) وبعد ذلك عشرون (شلن فى كل جنيه استرلينى) وحتى واحد وعشرون (شلن فى كل جنيه إنجليزى). لذلك كان يلزم وجود مساعدين فى الأسواق للمساعدة فى عمليات تقدير الفواتير أما عند الشراء بالتقسيط فربما يتم إخبار الناس

أن رداء غرفة المعيشة يتكلف ١٥٥ جنيهاً إنجليزياً أو ما يعادل ١٠٤ قسط أسبوعى قيمته جنيه استرلينى وخمسة عشر شلناً وسبعة بنسات ونصف.



هناك أساس آخر شائع وهو عشرون (أصابع القدمين واليدين) وقد استخدمه الـ (Yoruba) بالإضافة إلى خاصية الطرح عند التعبير عن الأرقام الكبيرة داخل هذا الأساس.

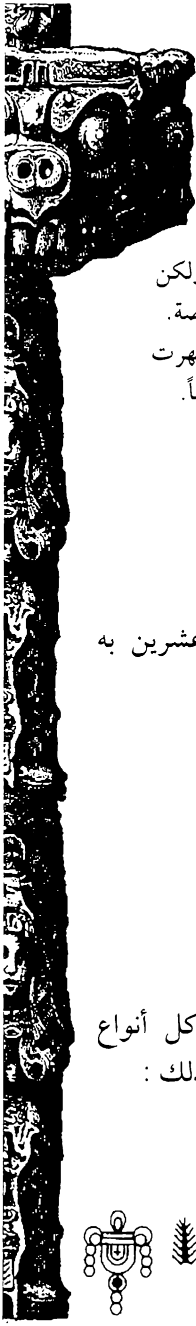
وقد كان لديهم أسماء مختلفة الأرقام واحد (أوكان) وحتى عشرة (إيوا). ومن إحدى عشر وحتى أربعة عشر كانوا يقومون بعملية الإضافة مثل إحدى عشر هو (واحد بالإضافة إلى عشرة) وأربعة عشر هو «أربعة مضافون إلى عشرة». أما الأرقام من خمسة عشر وحتى تسعة عشر فكانوا يقومون بالطرح مثل خمسة عشر هى «عشرون ناقصة خمسة» وتسعة عشر «هى عشرون ناقصة واحد».

ويظل هذا الأساس مستخدماً فى الأرقام الفرنسية حيث إن ثمانين هى «أربعة عشرونات» أما تسعة وتسعون فهى أربعة عشرونات وتسعة عشر.



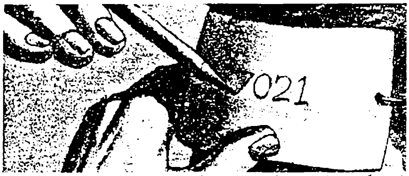
وعلى ذلك لا يوجد هناك أساس واحد مفضل، ربما يمكننا التفكير فى نظام أرقام يتم تصميمه بصفات مختلفة وهى : يسهل تَذَكُّره وملائم فى تسميته ومفيد فى الحساب إلخ.







الأرقام المكتوبة



من الممكن العد بطريقة فعالة فى ثقافة ما دون كتابه، ولكن الحساب يتطلب عند ذلك ذاكرة كبيرة ومهارات خاصة. ولما كانت الكتابة منتشرة فى الكثير من الحضارات، ظهرت العديد من أنظمة العد، البعض منها كان معقداً تماماً.



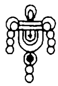
وقد استخدم الأزتك(•) نظاماً مبنياً على عشرين به أربعة رموز

الواحد رُمز له بنقطة تعبر عن حبة الذرة. ●

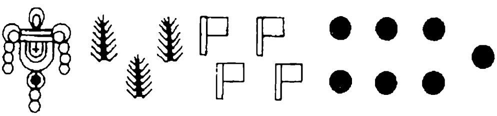
٢٠ تم تمثيلها بعلم.

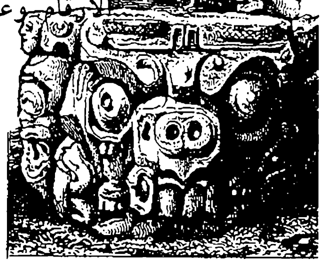
٤٠٠ تم تمثيلها بنبات الذرة.

٨٠٠٠ تم تمثيلها بدمية الذرة.



ويمكن استخدام هذه الرموز للتعبير عن كل أنواع الأرقام وعلى سبيل المثال الرقم ٩٢٨٧ يمثل كذلك :





(•) الأزتك : شعب متمدن حكم المكسيك قبل أن يفتحها الأسبان.



وكان نظام الترقيم عند الـ «Mayans» به ثلاثة رموز فقط :



لذلك

٣ هى •••

أما ١٣ فهى

ويتم تمثيل العشرين بـ

ولقد استخدم المصريون القدماء مخطوطة تصويرية (الهيروغليفية) لكتابة أرقامهم.



١ ١٠ ١٠٠ ١٠٠٠ ١٠٠٠٠ ١٠٠٠٠٠ ١٠٠٠٠٠٠ ١٠٠٠٠٠٠٠



وقد استخدم البابليون نظاماً يتخذ من ٦٠ ومضاعفاته أساساً له بالرموز التالية :



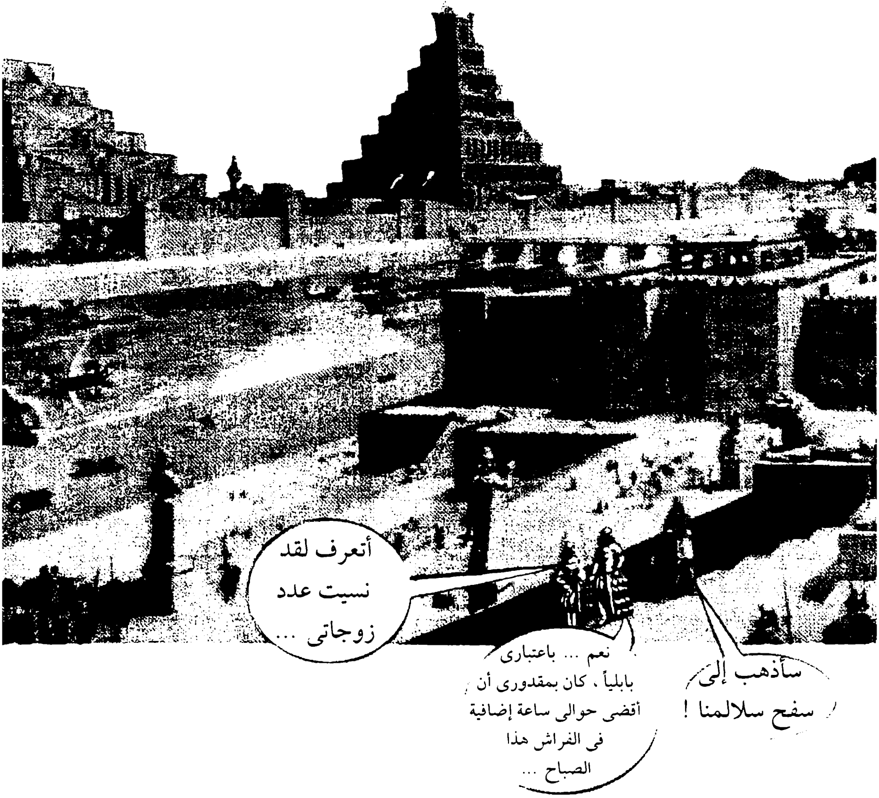
بعد ذلك قاموا بتطوير نظام مبنى فقط على قيمتين :

ترمز للواحد أو ٦٠ على حسب موقعها و ترمز للعشرة

لذلك يمكن كتابة ٩٥ على النحو التالى :

٩٥ = ٦٠ (١) + ٣٥





ولقد بقى النظام الستونى البابلى حتى هذه الأيام، فالدائرة تحتوى على ٣٦٠ درجة والساعة بها ٦٠ دقيقة ، وتحتوى الدقيقة على ٦٠ ثانية.

وقد استخدم الصينيون القدماء نظام أعداد له أساس ١٠ برموز للأرقام من وا-
ى عشرة والمائة والألف وكذلك العشرة آلاف ، وبعد ذلك طور الصينيون صـ
- باستخدام قطع مستقيمة
قان).



تمثل واحد حتى تسعة والتى من الممكن أن تكون رأسية:



أو أفقية:



وحقيقة، كانت الرموز الرأسية تشير إلى الآحاد والعشرات أما تلك الأفقية فكانت تشير إلى العشرات والآلاف، لذلك يكتب الرقم ٦٧٠٨ على الطريقة :



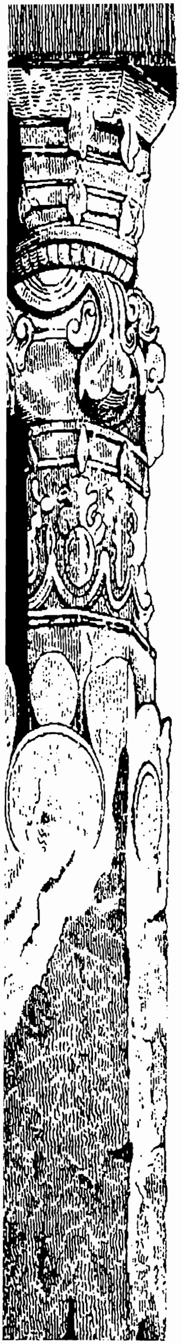
حيث المكان الخالى يعبر عن «الصفر».

*مصفحة : صفيحة طباعية تصنع بصب المعدن في قالب من الورق المعجون.

وقد قدم الصينيون اختراعاً عظيماً وهو وضع الرموز المكتوبة فى عالم من الأسماء المنطوقة للأرقام، وكان هذا عبارة عن نظام لـ «القيمة المكانية». حيث تعتمد تسمية الرقم (كتعبير عن الكمية) على مكانه فى صف الأرقام. لذلك من الممكن أن يكون الرقم (٢) هو اثنان أو عشرون أو مائتان على حسب موقعه، وهذا يعنى أنه لا يلزم تسمية الأساسات الأعلى ، فمن المعروف أن (٢) فى الرقم (٢٣٤) تعنى ٢٠٠.



شكل (٩)



أما الهنود فقد طوروا ثلاثة أنواع واضحة لأنظمة الأعداد.

قام (Kharosthi) باستخدام رموز للعشرة والعشرين وتم التعبير عن الأرقام من ١ حتى ١٠٠ بالجمع.

أما الـ (Brahmi) فقد استخدموا رموزاً منفصلة للواحد، الأربعة حتى التسعة والعشرة والمائة ، وهكذا.

أما Gwalior فكان لديهم رموز للأرقام من واحد وحتى التسعة وكذلك للصفر.

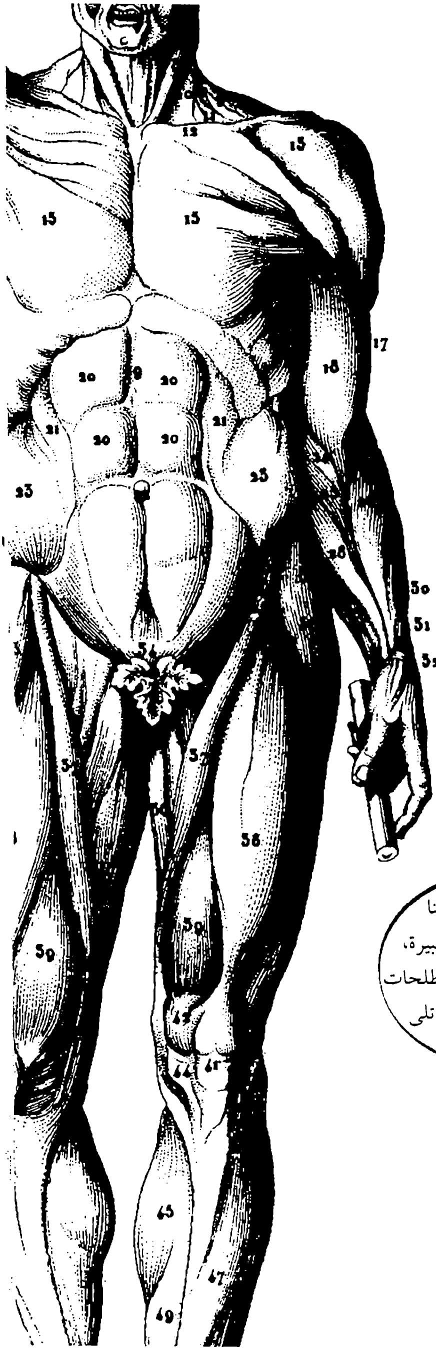


ولقد قام الهنود بالتعامل مع الأرقام الكبيرة براحة تامة، حيث أعطت النصوص الهندية القديمة أسماء لأرقام كبيرة مثل ١٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ وأسموه (باراردها Parardha).



وكان للقدماء اليونانيين نظامان متوازيان للأعداد، الأول كان مبنياً على الأحرف الأولى للأعداد ، مثلاً يرمز للخمسة بالحرف باى (π) أما العشرة فيرمز لها بدلتا (Δ) والمائة بالصيغة القديمة للحرف (**H**) وهكذا.

أما النظام الثانى والذى ظهر فى القرن الثالث قبل الميلاد فقد استخدم كل حروف الهجاء اليونانية وثلاثة من الحروف الفينيقية ليصبحوا سبعة وعشرين رمزاً رقميًا. وكانت أول تسعة أحرف ترمز للأرقام ١ حتى ٩؛ أما التسعة التالية فكانت ترمز للعشرات من ١٠ وحتى ٩٠ أما التسعة أحرف الأخيرة فكانت ترمز للمئات من ١٠٠ وحتى ٩٠٠.





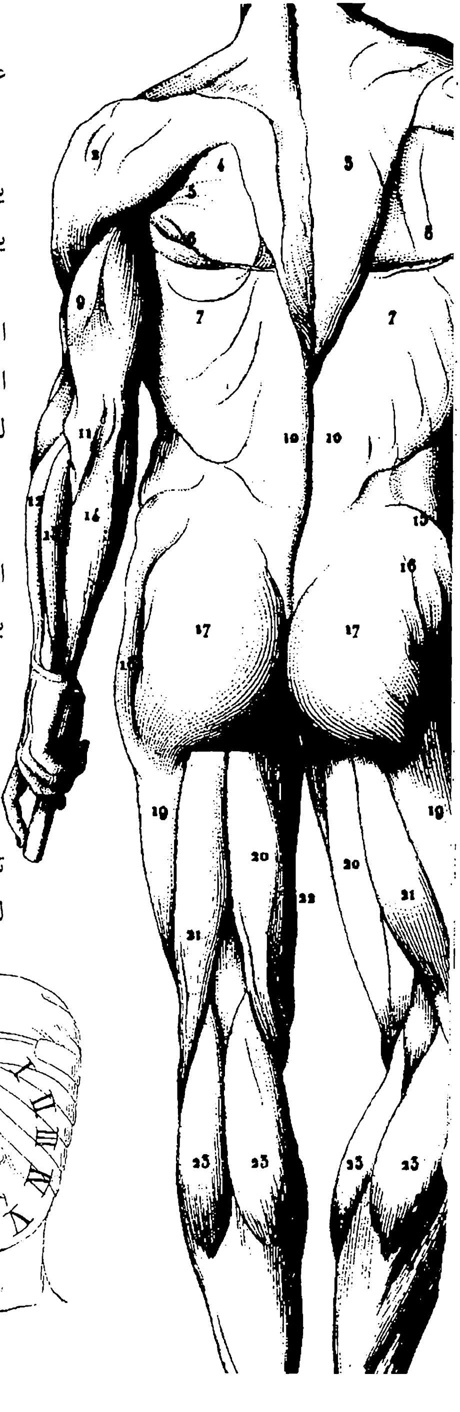
أما النظام الرومانى فكان يحتوى على عدد سبعة رموز للأرقام : **I** يعبر عن ١ ، و

V يعبر عن ٥ ، و**X** يعبر عن ١٠ ، و**L** يعبر عن ٥٠ ، و**C** يعبر عن ١٠٠ ، و**D** يعبر عن ٥٠٠ ، و **M** يعبر عن ١٠٠٠ .

وكانت الأرقام تكتب من اليسار إلى اليمين حيث تكتب الأرقام ذات القيمة الكبيرة فى اليسار ثم تُجمع مع بعضها لتعطى قيمة الرقم المشار إليه.

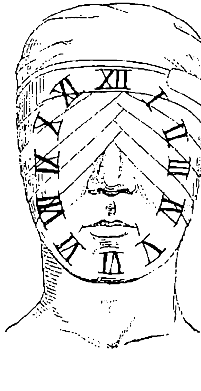
وعلى ذلك **LX** هو ٦٠ .

وللملاءمة، كان الرقم ذو القيمة الصغيرة الموضوع على اليسار يُفسر بالطرح، وعلى ذلك الرقم **McM** يعنى ١٩٠٠ .



والأرقام الرومانية بالرغم من أنها لا تزال تستخدم الآن كوسيلة للتزيين، إلا أنها لم تكن مناسبة لعمل الحسابات السريعة.





وقد أدى استخدام حروف الهجاء للتعبير عن الأرقام إلى ظهور فن التنبؤ العالى فى تطوره والذى يسمى Gomatria . ويقوم أحد الأشخاص بترتيب أحرف كلمة ما أو اسم على وجه الخصوص ليكون رقماً ما ثم يقوم بتفحصه للبحث عن نوع ومعنى لهذا الرقم. والشخص الذى ينتج اسمه رقماً مثل ٦٦٦ (عدد الحيوانات فى التوراة) كان يوضح شيئاً سيئاً !



وقد طورت الحضارة الإسلامية (منذ ٦٥٠ بعد الميلاد وحتى الآن) مجموعتين متشابهتين من الأرقام. كانت واحدة منهم تستخدم فى الجزء الشرقى (بلاد العرب وفارس).

أما الأخرى فكانت تستخدم فى الجزء الغربى (بلاد المغرب والأندلس). وكلتا المجموعتين كانت تحتوى على عشر رموز من الصفر وحتى التسعة.

المجموعة الشرقية : ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ٠

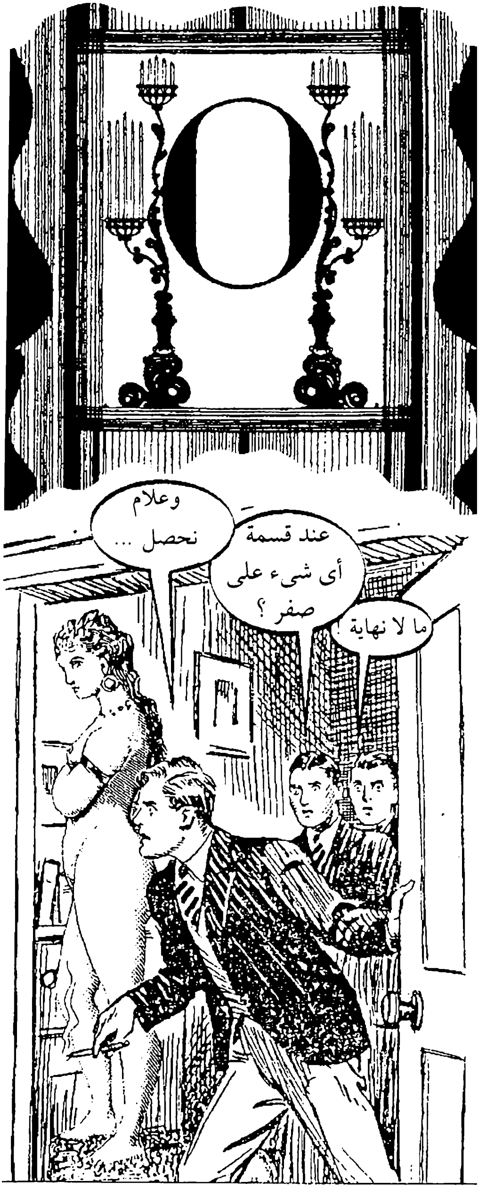
المجموعة الغربية : **1 2 3 4 5 6 7 8 9 0**

وقد بقيت المجموعة الشرقية تستخدم حتى الآن فى العالم العربى، أما المجموعة الغربية والتى تدعى الأرقام العربية فهى تمثل نظام الأرقام الذى نستخدمه جميعاً فى هذه الأيام.



تأخراً نسبياً (حيث تم وضعه فى القرن السادس بعد الميلاد
ل الحضارتين الصينية والهندية. وقد كان الصينيون يحتاجو
كيف مثل الصينيون المكان الخالى فى الرقم مئتين وخمسة ؟
لذلك كان يلزم شىء ما يوضع فى المكان الخالى مثل ٥ ـ ٢
ر كان قد تم تطويره فى الحضارة الهندية، حيث إن التأملا
قد تطورت بدرجة كبيرة.

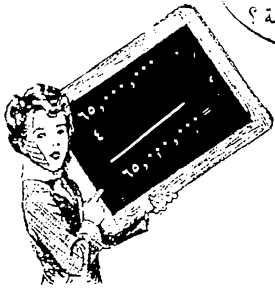




وبينما يعتبر الصفر ضرورياً فى الحسابات ولكنه
ء لا يقال له «الصفرى». وهناك تناقض واضح فى
١٩٩ بالقرن العشرين حيث لم يكن هناك قرن صفر

والصفر له معنيان كما هو واضح من «أضحوكة الصفريات»، حيث يتحدث مرشد فى أحد المتاحف إلى المجموعة المدرسية :



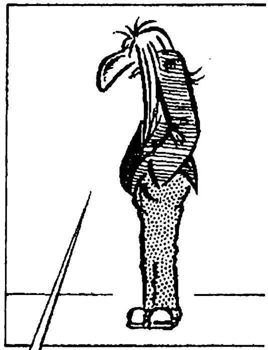


بالطبع تبدو هذه الأضحوكة سخيفة، ولكن إحدى التلميذات قامت بعملية الجمع ...

... كما قد تعلمته فى المدرسة ! لم يقم أحد بإخبارها أن الأصفار بعد ٦٥ كانوا مجرد ملء خانات وليسوا للعد. فبالنسبة لتلك الأصفار لدينا ٤ **X** ٠ = ٠ وكذلك ٤ + ٠ = ٠ ! ربما الوعى بتلك التناقضات هو الذى جعل الرياضيين الأوائل مرتابين من الأرقام الغريبة مثل الصفر.

أرقام خاصة





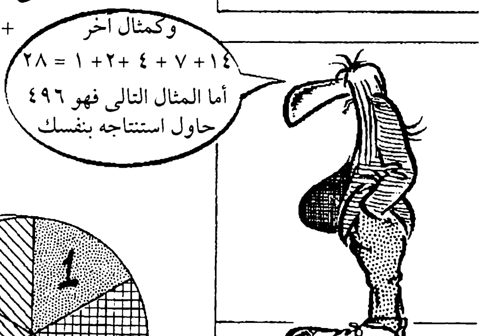
البعض منهم «أرقام بالطبيعة» التى من الممكن أن يقال إن لديها خصائص سحرية. الأرقام ٣، ٥ ، ٧ و ١٣ كل منهم رقم خاص بطريقته الخاصة، وهناك أيضاً أنواع من الأرقام يتم تعريفها من خلال خصائصها الحسابية التى تجذب الاهتمام.

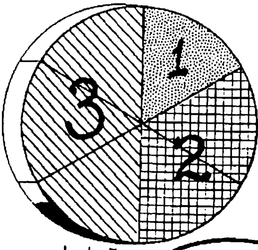


الأعداد الأولية هى تلك الأعداد التى لا تقبل القسمة إلا على نفسها أو الواحد

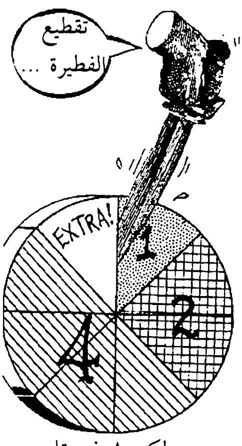
الأعداد التامة هى التى تساوى مجموع عواملها ـ أى الأعداد التى تقبل القسمة عليها.

لذلك العدد ٦ الذى له عوامل ١ ، ٢ ، ٣ هو عدد تام حيث إن ١ + ٢ + ٣ = ٦ .



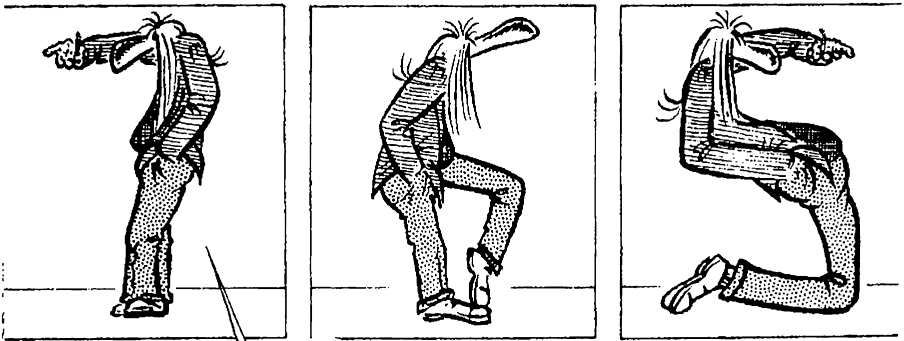


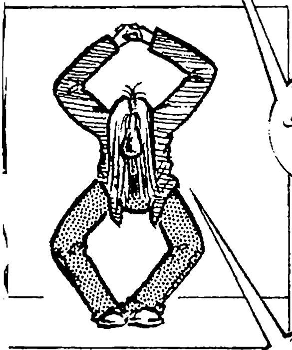
٦ تام !



ولكن ٨ غير تام



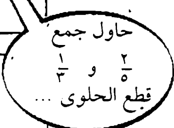


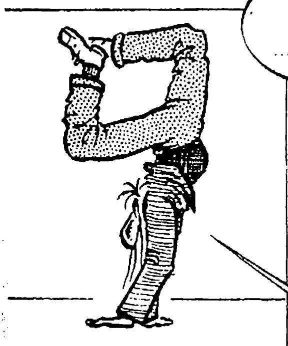


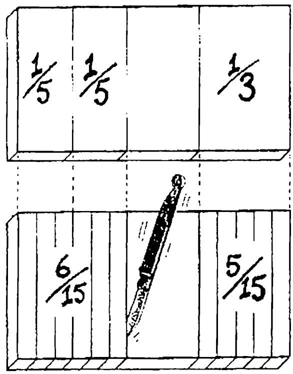


الأرقام السالبة هى تلك الأرقام الأصغر من الصفر (مثل درجة الحرارة فى يوم بارد) ويتم تمثيلها بإشارة ناقص، وهى أرقام أساسية ولها تناقضاتها الخاصة بها مثل (-١)
X (-١) = + ١

«الكسور» أو الأعداد النسبية هى الأعداد التى يمكن وضعها فى صورة نسبة بين عددين صحيحين، مثل $\frac{٢}{٣}$. وهذه الأعداد ضرورية فى الحسابات ولكنها لا تصلح فى العد، فلا يوجد وحدة فى الكسور ولا تتابع مثل : ٥ تلى ٤ لذلك مضى وقت طويل قبل قبولهم على أنهم أرقام. كذلك فإن هذه الأرقام لها الحسابات الخاصة بها التى هى على درجة عالية من الصعوبة لدرجة يصعب معها فهمها.





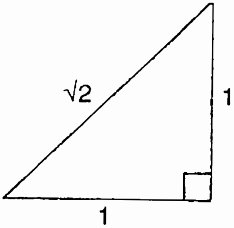






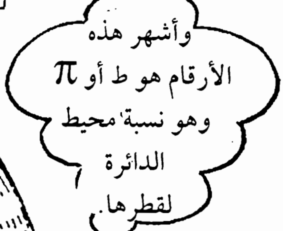
كل هذه الأنواع كانت معروفة فى مختلف الحضارات مثل الحضارة الصينية والهندية. ومع تطور الرياضيات النظرية وخاصة بين اليونانيين، ظهرت صفات غريبة للأرقام والتى أدت إلى ابتكار أنواع جديدة من الأرقام.

الأرقام غير النسبية وهى الأرقام التى لا يمكن التعبير عنها بنسبة بين رقمين صحيحين .
و $\sqrt{2}$ هو مثال هام لتلك الأرقام حيث إنه ينتج من العمليات الهندسية فهو طول وتر المثلث قائم الزاوية الذى به طول ضلعى القائمة الوحدة.



وتسمى هذه الأرقام بالجذور الصامتة.



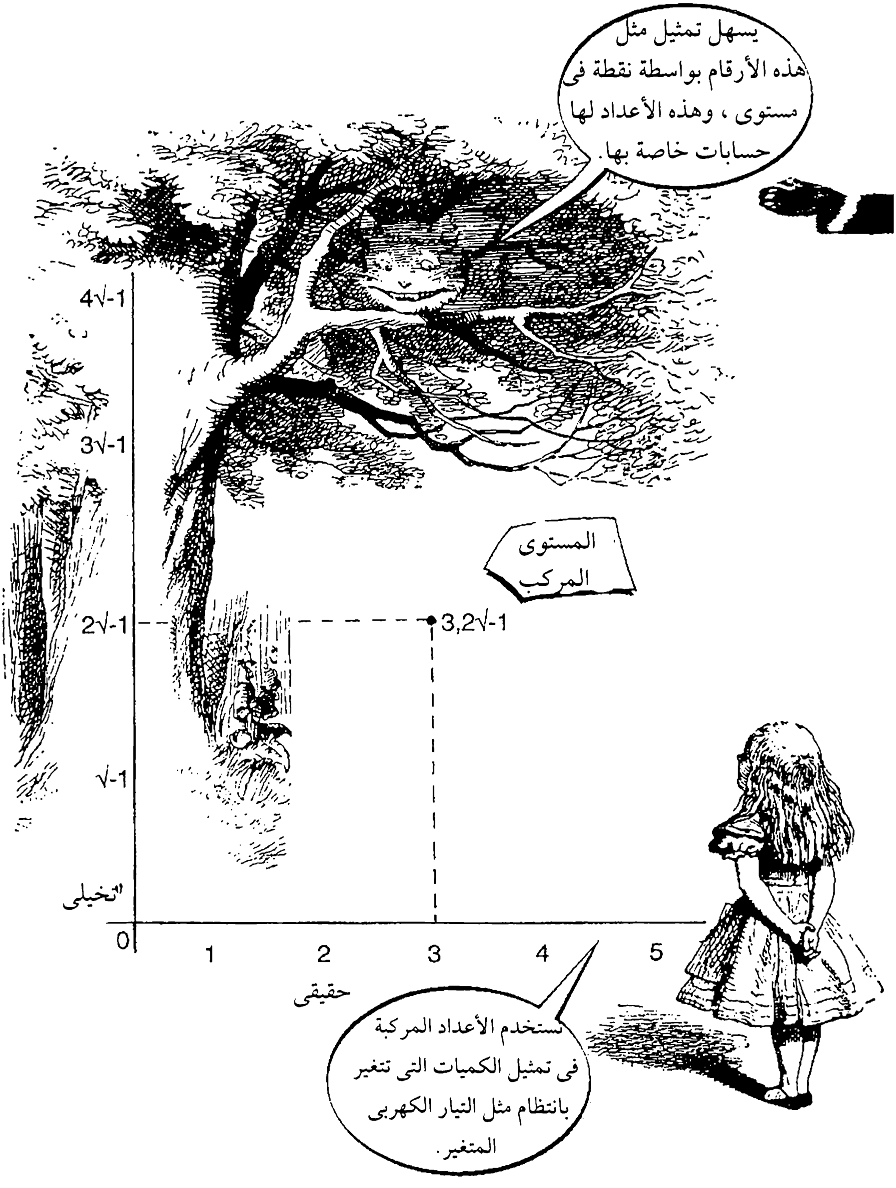


وعملية اختصار هذه النسب إلى جذور صماء تسمى «تربيع الدائرة» وقد حاول فى ذلك علماء الرياضة على مدى قرون حتى تم توضيح أن هذه عملية مستحيلة فى الأيام المعاصرة عند ذلك تمت تسمية هذه الأرقام ! ...





الأعداد التخيلية تنتج من ضرب الأعداد الحقيقية بالكمية التخيلية، وهى الجذر التربيعى لسالب واحد (√-١). وعند إضافة عدد تخيلى لآخر حقيقى يسمى الناتج "الأعداد المركبة".



الأرقام الكبيرة

تقوم الأرقام الكبيرة بإرهاب الكثير منا لدرجة أننا نجد صعوبة فى تقدير القيمة الحقيقية لتلك الأرقام.





ويبدو المائة مليون رقماً أكثر ترويعاً، ولكن فى هذه الأيام يعتبر رقماً غير عادى بالنسبة لدولة ما، وخاصة بالنسبة لدولة نامية (أى تكون مدينة بمثل هذا الدين). ولو أن هناك دولة أرادت التخلص من دَينها قامت بدفع دولار، أو جنيه واحد كل ثانية على مدار أربع وعشرين ساعة يومياً وسبعة أيام أسبوعياً واثنين وخمسين أسبوعاً سنوياً، ربما تستغرق ٣١٨٠ سنة لسداد ...



وكيفية الوصول إلى هذه الأرقام الكبيرة بسهولة يتم توضيحه بمثال بسيط وهو الخطاب المتسلسل. يقوم شخص ما بإرسال خطابين إلى شخصين يخبر كلاهما بإرساله إلى اثنين آخرين وهكذا. فى هذه الحالة قام الشخص الأول بإرسال خطابين، وفى المرحلة الثانية تم إرسال ٢ X ٢ = ٤ خطابات أما المرحلة الثالثة ففيها ٢ X ٢ X ٢ = ٨ خطابات. إذن كم عدد المجموعات المطلوبة للوصول إلى بليون خطاب ؟



الأســس



من الواضح أن كتابة البليون مرهقة جداً، ولحسن الحظ توجد نظرية ملائمة لكتابة الأرقام الكبيرة. ومن الممكن أن نلاحظ ذلك من خلال البليون الذى يساوى :

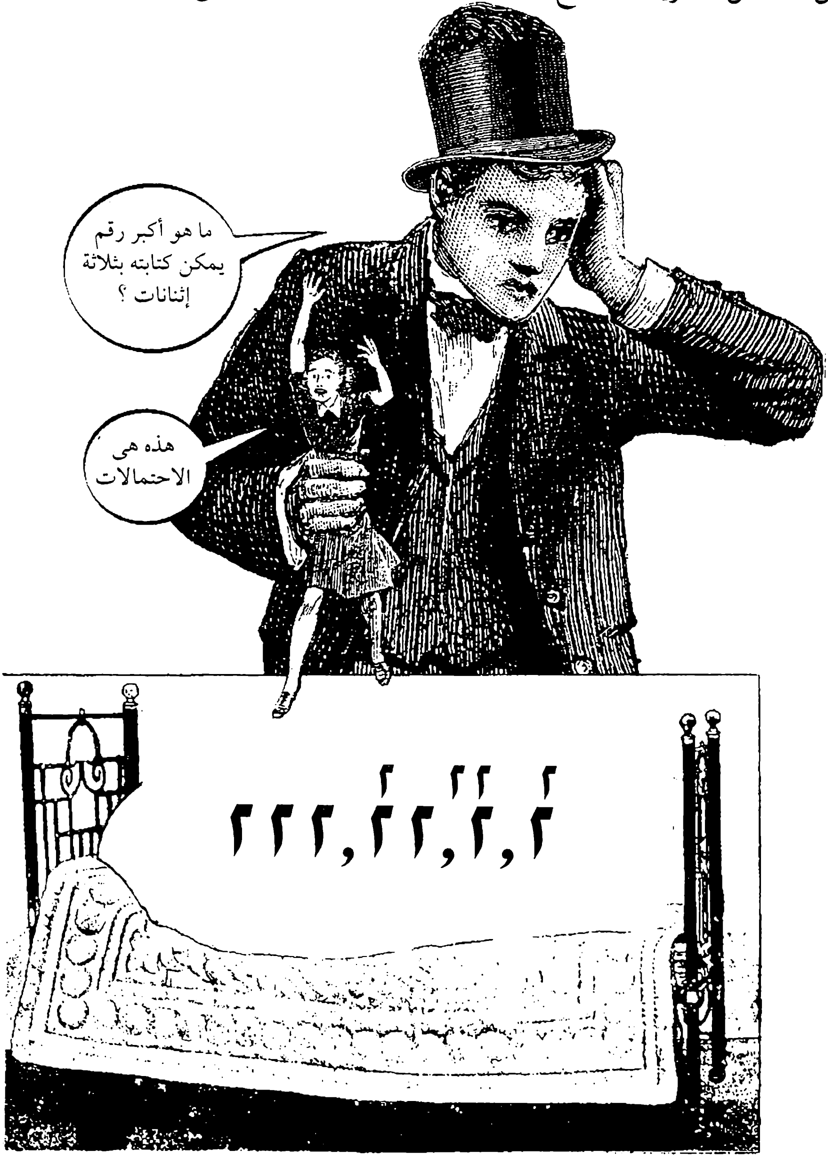
١٠ X ١٠ X ١٠ X ١٠ X ١٠
X ١٠ X ١٠ X ١٠ X ١٠ .

لذلك إذا رمزنا لحاصل ضرب عشرتين ببعض بالرمز $١٠^{٢}$ وحاصل ضرب ثلاث عشرات بـ $١٠^{٣}$ وهكذا من الممكن كتابة المليون هكذا $١٠^{٦}$

أما البليون فيصبح $١٠^{٩}$ ، بالاضافة إلى ذلك نكتب خمسة بليون هكذا ٥ X $١٠^{٩}$.

وعملية رفع أى شىء إلى أس ما تعنى أن هذا الشىء يضرب فى نفسه عدداً من المرات مساو لهذا الأس، لذلك $٢^{٥}$ تعنى ٢ X ٢ X ٢ X ٢ X ٢ أو ٣٢.

ومن الممكن أن نُزيد أُلفتنا مع هذه الملاحظات بتفقد المثال التالى :



أصغر رقم فى هذه الاحتمالات هى $٢^{٢} = ٢^{٤} = ١٦$ ، يليه ٢٢٢ ثم بعد ذلك $٢٢^{٢} = ٤٨٤$ وأكبر رقم هو $٢^{٢٢} = ٤١٩٤٣٠٤$.

وكتابة الأسس تصلح أيضاً فى حالة الكسور ، ولتحويل أس ما إلى كسر نقوم ببساطة بوضع إشارة سالب أمام الأس ، لذلك $١٠^{-١} = \frac{١}{١٠}$ ، $١٠^{-٢} = \frac{١}{١٠٠}$ ، $١٠^{-٣} = \frac{١}{١٠٠٠}$ وهكذا.

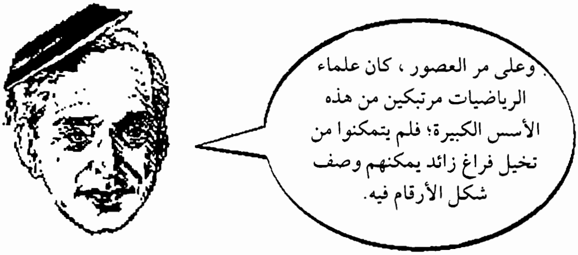




وبنفس الطريقة إذا كبرنا خريطة أو رسمة ما عدد س من المرات، فإن عدد $س^{٢}$ ضعفاً من الورق يكون مطلوباً لذلك.

ونسمى س، $س^{٢}$، $س^{٣}$، $س^{٤}$، $س^{٥}$ بالأس الأول، والثانى ، والثالث ، الرابع ، الخامس لـ س على الترتيب. وكان يطلق على الأسس فى البداية «التربيع» و«التكعيب» من خلال معناهم الهندسى.

وبالطبع بدلاً من ٢ أو ٣ أو ٤ أو ٥ من الممكن أن يكون هناك أى أس آخر؛ باستخدام «ن» لتعبر عن أى رقم نقول : إن $س^{ن}$ تسمى الأس النونى لـ س.



وقد قدم عالم الرياضيات المسلم «ابن يحى الصموعلى» (المتوفى عام ١١٧٥) فى كتابه «الباهر» (الذى ألفه عندما كان عمره تسعة عشر عاماً) لأول مرة تعريف ...



اللوغاريتمات

اللوغاريتم هو الأس الذى يُرفع إليه رقم ما ليعطى رقماً آخر ، ويسمى الرقم الأول الأساس. وحيث إن ١٠ ^{٢} = ١٠٠ فهذا يعنى أن لو $_{١٠}$ ١٠٠ = ٢، وتقرأ كالتالى : لو للأساس ١٠ للرقم ١٠٠ يساوى اثنين.

والأساسات الأكثر شيوعاً للوغاريتمات هى ١٠. والعدد الأسى **e** (أو الأساس الطبيعى ، انظر صفحة ١٠٥).

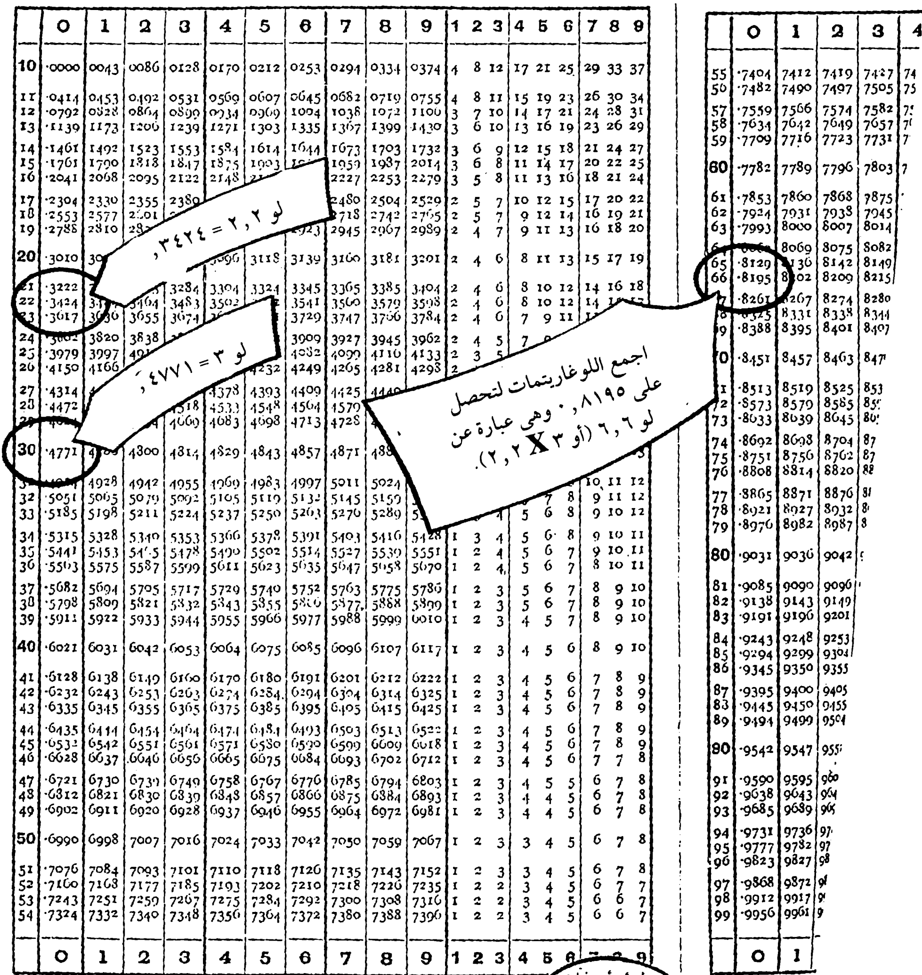
وحيث أن س ^{٠} = ١ لأى س فهذا يعنى أن لو ١ = صفر لأى أساس.

ولضرب أو قسمة تعبيرين لوغاريتميين نقوم باستخدام القاعدة «ضرب أو قسمة أس رقم ما يعبر عنه بجمع أو طرح الأسس » ، لذلك لو (س **X** ص) ببساطة يساوى لو س + لو ص.





واللوغاريتمات تعتبر ذات نفع عظيم فى تبسيط الحسابات الطويلة المعقدة. فللقيام بعملية ضرب أو قسمة عددين كبيرين نقوم أولاً باستخراج لوغاريتماتهم من الجدول ثم نجمعهم أو نطرحهم ونضع الناتج فى الجدول لاستخراج المجموع (أو خارج القسمة).



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	·0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
11	·0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	·0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	·1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	·1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	·1761	1790	1818	1847	1875	1903	[illegible]	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	·2041	2068	2095	2122	2148	[illegible]	[illegible]	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	·2304	2330	2355	2380	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	·2553	2577	2601	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	·2788	2810	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2923	2945	2967	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	·3010	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	·3222	[illegible]	[illegible]	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	·3424	[illegible]	3464	3483	3502	[illegible]	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	[illegible]	[illegible]
23	·3617	3636	3655	3674	[illegible]	[illegible]	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]
24	·3802	3820	3838	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
25	·3979	3997	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4082	4099	4116	4133	2	3	5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
26	·4150	4166	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4232	4249	4265	4281	4298	2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
27	·4314	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4378	4393	4409	4425	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
28	·4472	[illegible]	[illegible]	4518	4533	4548	4564	4579	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
29	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4669	4683	4698	4713	4728	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30	·4771	[illegible]	4800	4814	4829	4843	4857	4871	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
31	[illegible]	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	10	11	12
32	·5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	7	8	9	11	12
33	·5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5	6	8	9	10	12
34	·5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	·5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	·5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	·5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	·5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	·5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	·6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	·6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	·6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	·6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	·6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	·6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	·6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	·6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	·6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	·6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	·6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	·7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	·7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	·7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	·7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

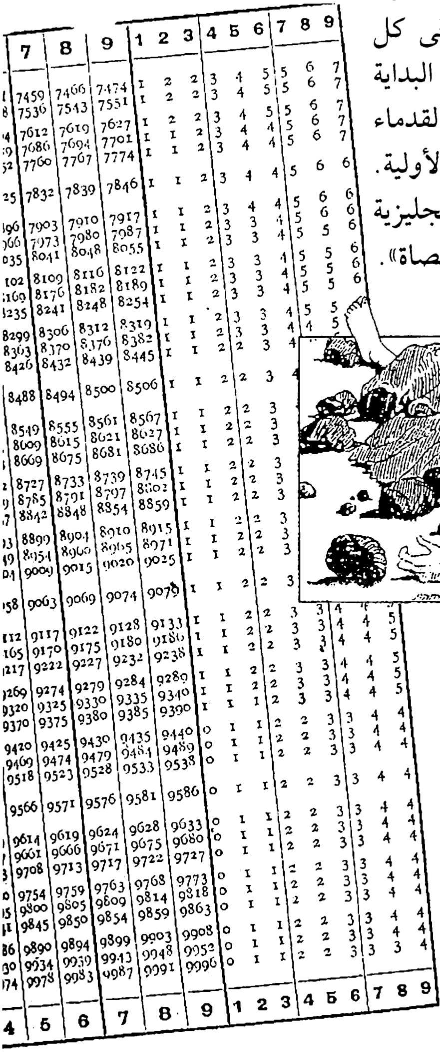
	0	1	2	3	4
55	·7404	7412	7419	7427	74
56	·7482	7490	7497	7505	75
57	·7559	7566	7574	7582	[illegible]
58	·7634	7642	7649	7657	[illegible]
59	·7709	7716	7723	7731	[illegible]
60	·7782	7789	7796	7803	7
61	·7853	7860	7868	7875	
62	·7924	7931	7938	7945	
63	·7993	8000	8007	8014	
64	[illegible]	8069	8075	8082	
65	·8129	8136	8142	8149	
66	·8195	8202	8209	8215	
67	·8261	8267	8274	8280	
68	·8325	8331	8338	8344	
69	·8388	8395	8401	8407	
70	·8451	8457	8463	847	
71	·8513	8519	8525	853	
72	·8573	8579	8585	85	
73	·8633	8639	8645	86	
74	·8692	8698	8704	87	
75	·8751	8756	8762	87	
76	·8808	8814	8820	88	
77	·8865	8871	8876	[illegible]	
78	·8921	8927	8932	8	
79	·8976	8982	8987	8	
80	·9031	9036	9042	9	
81	·9085	9090	9096		
82	·9138	9143	9149		
83	·9191	9196	9201		
84	·9243	9248	9253		
85	·9294	9299	9304		
86	·9345	9350	9355		
87	·9395	9400	9405		
88	·9445	9450	9455		
89	·9494	9499	9504		
90	·9542	9547	955		
91	·9590	9595	960		
92	·9638	9643	964		
93	·9685	9689	969		
94	·9731	9736	97		
95	·9777	9782	97		
96	·9823	9827	98		
97	·9868	9872	98		
98	·9912	9917	99		
99	·9956	9961	9		
	0	1			



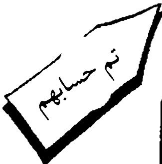
وكانت أول الجداول تلك التى أنشأها عالم الرياضيات الاسكتلندى جون نابير (١٥٥٠ ـ ١٦١٧)، وكانوا للأساس الطبيعى **e**. وقد أطلق عليهم «طبيعى» نسبة للأساس، أو «نابيريان» نسبة إلى مخترعهم.

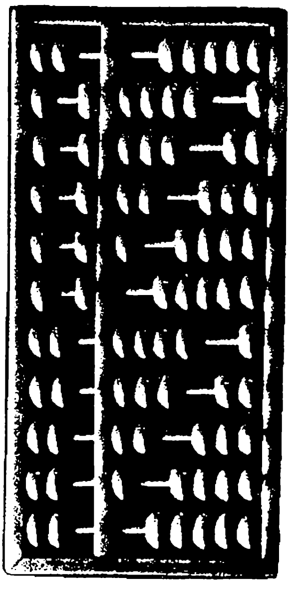
الحساب

عملية ضرب الأرقام من كل الأنواع والحصول على ناتج تسمى الحساب، وهو متضمن فى كل العمليات الرياضية. وكان الحساب يتم فى البداية باستخدام الحصى كما كان يفعل اليونانيون القدماء باستخدام الحصى للقيام بالحسابات الأولية. وأصل كلمة يحسب Calculate فى اللغة الإنجليزية هى كلمة «Calculus» اللاتينية والتى تعنى «حصاة».



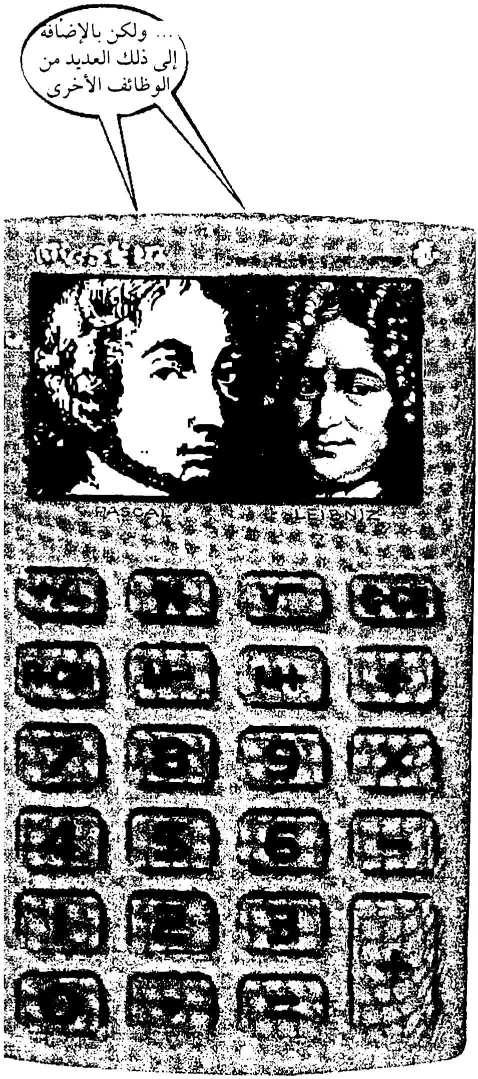


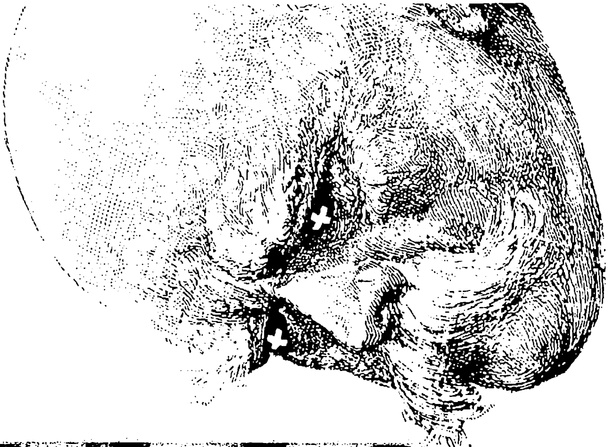


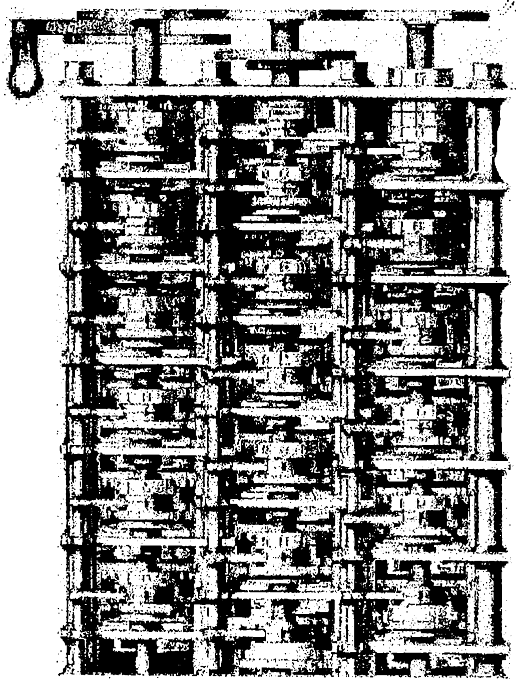


وحتى هذه الأيام يعتبر عداد أباكوس (ذو الخرزات على الأسلاك) هو أوسع جهاز عد انتشاراً. وحتى فى هذه الأيام، المستخدم الماهر لهذا العداد يستطيع أن يعد الخرزات أسرع من الوقت الذى يستهلكه مشغل لوحة المفاتيح الرقمية للبحث عن المفاتيح.

وقد ظهرت آلات الحساب فى صورتين أ،
تقتصر على القيام بالطرح والجمع، والآلات
بالضرب والقسمة فقط .....







وفى عام ١٨٢٢ قام عالم الرياضيات والمخترع الإنجليزى تشارلز باباج (١٧٩٢ ـ ١٨٧١) ببناء آلة جمع صغيرة . وبعد عشرة سنوات قام بتركيز تفكيره فى «آلة الطرح»، والتى اعتبرت بداية الحاسب الرقمى. بعد ذلك تم توظيفه فى مشروع إنشاء الموتور التحليلى» والذى لم يبن أبداً وتوجد الآن صورة منقولة عن جزء منه قد تم بناؤه، فى متحف لندن العلمى.



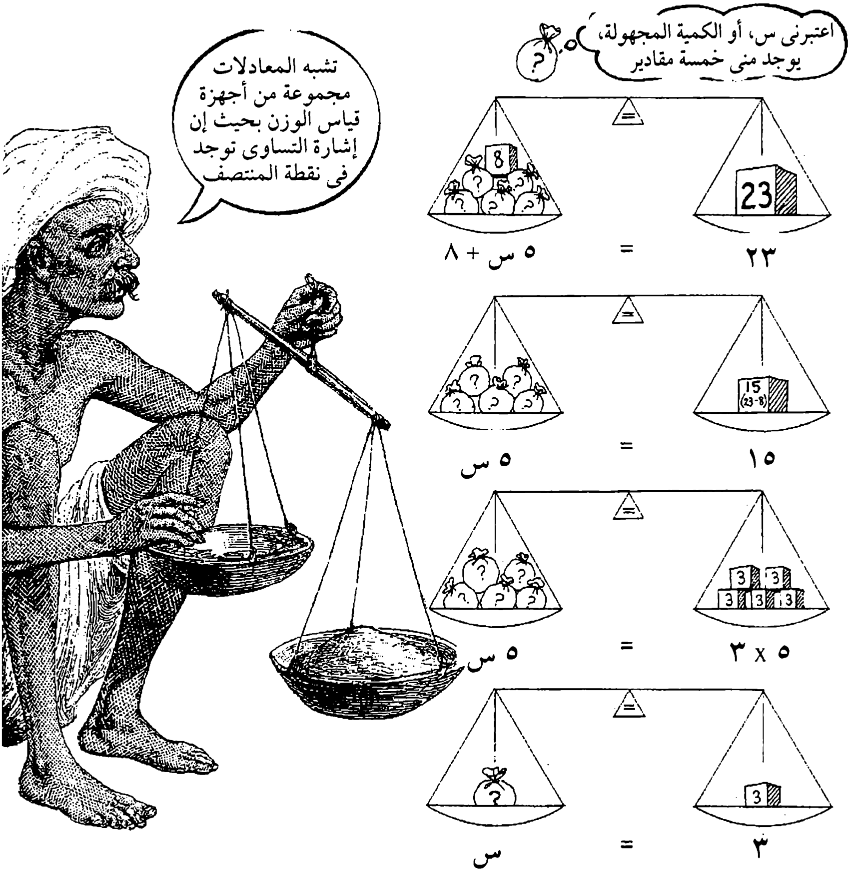
المعادلات

المعادلات هى لب الرياضيات، وهى تستخدم فى كل أفرع الرياضيات البحتة والتطبيقية عدا الرياضيات البدائية جداً. وكذلك تستخدم المعادلات فى العلوم الفيزيائية والحيوية والاجتماعية. وكما هو متضمن فى اسمها ، فالمعادلات تنص على تساوى تعبيرين وغالباً ما تتضمن كميات غير معروفة وتسمى بعضها بالمتغيرات والبعض الآخر بالثوابت أو العوامل. وتستخدم المعادلات كذلك فى تعريف الكميات المختلفة أو النص على العلاقة بين بعض المتغيرات.



وقبل اختراع المعادلات كانت المسائل الرياضية تحل بطرق معقدة بارعة جداً، والآن تم اختصارها إلى صيغة بسيطة جداً.

فى المعادلة ٥ س + ٨ = ٢٣، س هو المجهول المطلوب حسابه ، من الممكن حساب قيمة س بطريقة التجريب والخطأ، أو بطريقة بسيطة (وهى طرح ٨ من كلا الجانبين وبعد ذلك القسمة على ٥).



وهذه المعادلة تتحقق أو تُحل عندما تكون س = ٣ عند ذلك يكون كلا جانبى المعادلة متساويين. وعندما تكون كل قيم المتغيرات تؤدى إلى تحقق المعادلة، تسمى المعادلة فى هذه الحالة بالمتطابقة. على سبيل المثال، المعادلة (س + ص)^{٢} = س^{٢} + ٢ س ص - ص^{٢} تسمى متطابقة لأنها صحيحة لكل القيم الممكنة للمجاهيل. وهذه المتطابقات مفيدة جداً فى المعالجة الجبرية البارعة، حيث تقوم بإبدال التعبيرات المعقدة جداً بأخرى أبسط.


المعادلات الخطية
تحتوى على متغيرات مرفوعة إلى أس واحد ا
مثل ٥ س + ٨ = ٢٣
وسميت هذه المعادلات كذلك لأنهم عندما
يتم رسمهم فى رسومات بيانية يكونونِ على
صورة خط مستقيم
المعادلات التربيعية
تحتوى على متغير واحد مرفوعاً للأس ٢،
هذه المعادلات لها دائماً جذران ومن الممكن أن يكونا
متساويين. على سبيل المثال : المعادلتان س٢ = ٤ و
٢س٢ -٣س+٣ = ٥ معادلتان تربيعيتان لهما جذران (٢، -٢)
و (٢، - ١/٢) على الترتيب. أما المعادلة
س٢ - ٤س +٤ = ٠ فلها جذران
متساويان وهما س = ٢
المعادلات التكعيبية
يكون فيها متغير واحد مرفوعاً للأس ٣، وهى لها
ثلاثة جذور دائماً بالرغم من أن يكون اثنان منهما أو
الثلاثة متساوين. ومن الممكن أيضاً أن يكون أحد
الجذور (أو اثنان) عدداً مركباً ولا يمكن أن يكون ثلاثة
أعداد مركبة. والمعادلة س٣-٦س٢+١١س-٦ = ٠
معادلة تكعيبية لها جذور س = ١، ٢، ٣

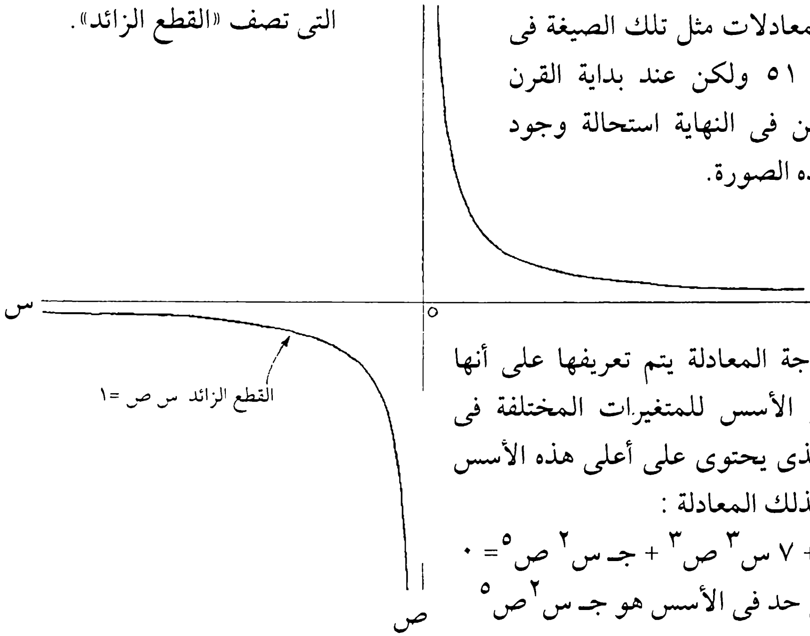
وتسمى المعادلات الخطية والتربيعية والتكعيبية معادلات من الدرجة الأولى والثانية والثالثة على الترتيب. والمعادلات حتى الدرجة الرابعة يمكن تمثيل جذورها بصيغة رياضية تتضمن جذوراً تربيعية وبعض الحسابات مثل المعادلة أ س^{2} + ب س + جـ = ٠ صيغة جذورها تكون :

$$\text{س} = \left[\frac{1}{2\,\text{أ}}\right]\left[-\text{ب} \pm \sqrt{\text{ب}^{2} - 4\,\text{أجـ}}\right]$$



لا توجد حدود لدرجات هذه المعادلات الجبرية ولكن هناك حدود فاصلة عند المعادلات الخماسية، فعلى مر العصور كانت هناك محاولات لإيجاد صيغة لجذور تلك المعادلات مثل تلك الصيغة فى صفحة ٥١ ولكن عند بداية القرن ١٩ تبين فى النهاية استحالة وجود مثل هذه الصورة.

والمعادلات من الممكن أن تحتوى على أكثر من متغير فى أحد حدودها، ومثال لذلك المعادلة :
س ص = ١ المعادلة الهندسية التى تصف «القطع الزائد».



ودرجة المعادلة يتم تعريفها على أنها مجموع الأسس للمتغيرات المختلفة فى الحد الذى يحتوى على أعلى هذه الأسس ومثال لذلك المعادلة :

أ س^{٥} + ٧ س^{٣} ص^{٣} + جـ س^{٢} ص^{٥} = ٠

أعلى حد فى الأسس هو جـ س^{٢} ص^{٥}





عندما تكون هناك معادلة واحدة تحتوى على متغيرين فهى غير قابلة للحل بالطبيعة، ولكن إذا كان لدينا اثنان من هذه المعادلات، من الممكن أن نقوم بحلهم لإيجاد قيم كلا المتغيرين.

وعندما يكون لدينا مجموعة من معادلتين أو أكثر فى متغيرين أو أكثر فمن الممكن حلهم آنياً بمعالجة بسيطة.

وكمثال لذلك :

١) ٢ س + س ص + ٣ = ٠   س + ٢ س ص = ٠

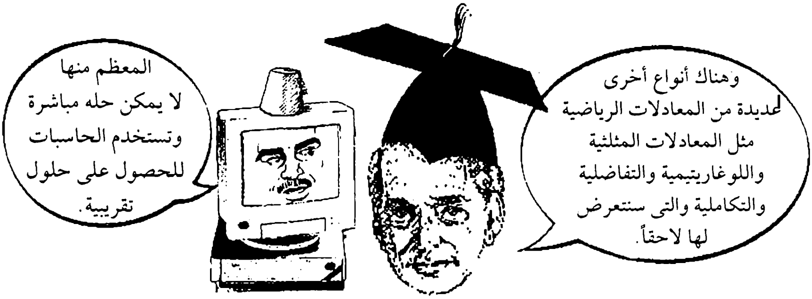
٢) بضرب المعادلة الأولى فى ٢ نحصل على ٤ س + ٢ س ص + ٦ = ٠

٣) وبطرح المعادلة الثانية من هذه المعادلة نحصل على ٣ س + ٦ = ٠

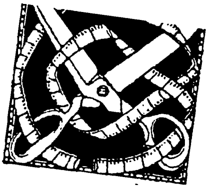
٤) لذلك س = -٢

وبالتعويض عن قيمة س فى المعادلة الأولى نجد أن ص = - ١/٢

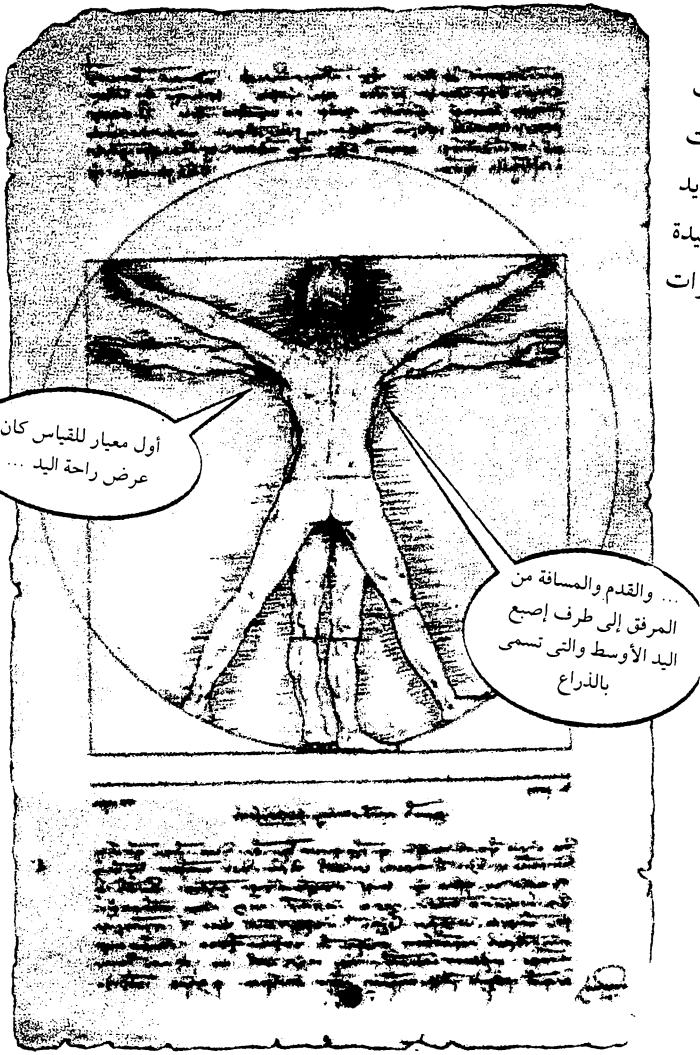
وهناك بعض المعادلات الآنية الأكثر تعقيداً من ذلك ومن الممكن أن تحل بنفس الطريقة.



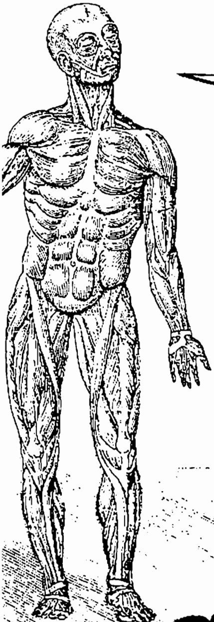
القياس



القياسات جزء مهم جداً من الرياضيات، فنحن نقوم بقياس كل شيء تقريباً. وتتنوع القياسات من الوقت والأبعاد والأوزان والسعات والحجوم والكهرباء والحرارة وحتى المسافات التى تفصلنا عن النجوم، وكذلك نقوم بقياس طاقات مكونات النواة والعديد من الأشياء الحميدة مثل الذكاء ومتغيرات البيئة.



الدولى» من النظام المترى الذى وضعه الفرنسيون أثناء
نسى. وهذا النظام يمدنا بمجموعة من الوحدات
قة من الكميات
المتر (م) للطول ،
زمن ،
جم) للكتلة.
ت العملية يتم التعبير عنها فى صورة أسس
دة مثل المليمتر (مم) للطول ، والذى
من المتر.





وكل وحدة أساسية لها تعريف وطريقة قياس محددة من قبل الهيئات الدولية الرسمية، بالطبع تتغير هذه التعريفات كلما ظهرت طرق قياس أفضل.



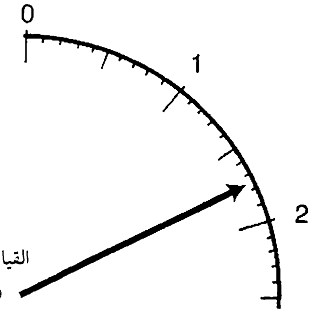
ولا تزال بعض الدول تستخدم
نظام الملكى القديم الذى يحتوى
لى الرطل والياردة وثمن الجالون

وربع الجالون. ولكن مقياس ثمن الجالون وربع الجالون والجالون الأمريكى يساوى أربعة أخماس نظيره الإنجليزى، لذلك فإن السيارات الأمريكية التى تستهلك وقوداً أكثر بالنسبة لعدد الأميال الأقل الذى تقطعه لكل جالون ...

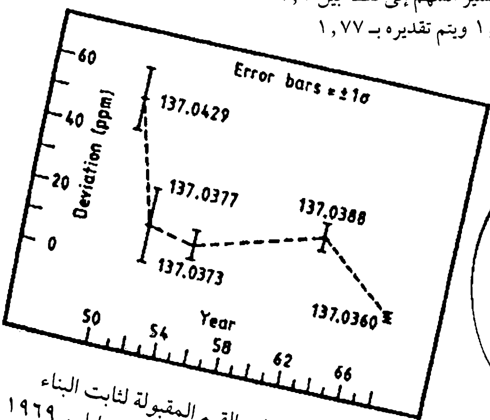




ويلاحظ أن العد والحساب دائماً ما يتعلقان بأرقام منفصلة ومنفردة ، ولذلك يتضمنون أرقاماً فعلية وعلى النقيض فإن القياسات تهتم بمقادير متصلة . ولا يوجد قياس مثالى يعطى القيمة الفعلية للكمية المقاسة، فعندما تتم مقارنة الشىء الذى نريد قياسه مع معيار معين فإننا نحاول تقريب القراءات بين نقطتين على أدق مقياس. لذلك فإن كل تقرير عن القياسات المعقدة يتضمن (أو يجب أن يتضمن) «عمود للخطأ» ليوضح المقدار المضاف من عدم التأكد المصاحب لهذا القياس.



القياس يشير السهم إلى نقطة بين ١,٧ و ١,٨ ويتم تقديره بـ ١,٧٧



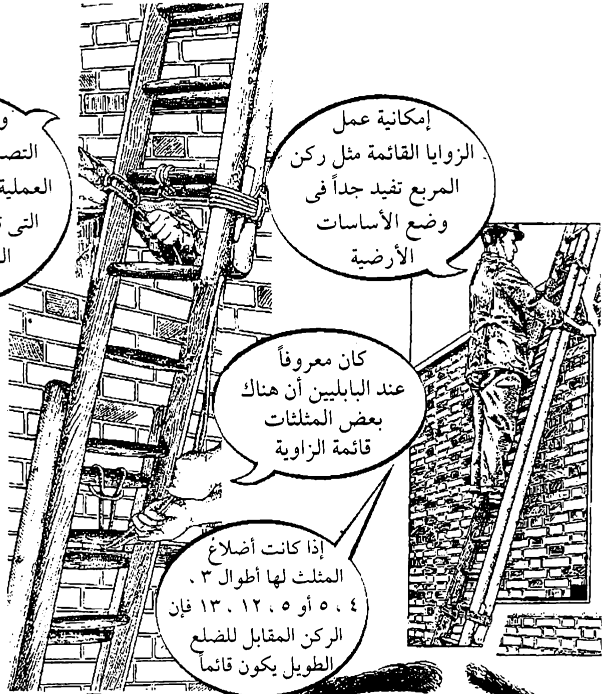
شكل ١ تتابع القيم المقبولة لثابت البناء الدقيق X −١ (مأخوذ من ب. ن. تايلور ١٩٦٩ : الثوابت الأساسية والديناميكا الكهربية الكمية ، لندن ، أكاديمى ص ٧)



ومنذ عصور ما قبل التاريخ ظلت القياسات تستخدم فى البناء والتصميم. وقد اكتشف علماء العمارة أن الآثار القديمة الباقية مثل Stonehenge كانت تقام بدقة شديدة لملاحظة بعض الأحداث الفلكية، وبالتالى كانت أساساتها تتطلب دقة هندسية فى التصميم. وكذلك تم تصميم كنائس أوروبا medival بنسب دقيقة حتى أن نظرية النسب الإلهية كانت هى أساس المعمار والفن فى عصور النهضة.

وقد مثلت الأهرام المصرية العظيمة تحدياً أعظم لأجيال من علماء المعمار.





توجد بين هذه الأرقام علاقة خاصة :

حيث $٣^{٢} + ٤^{٢} = ٥^{٢}$

وكذلك $٥^{٢} + ١٢^{٢} = ١٣^{٢}$



وقد قام الرياضيون اليونانيون بعمل مجموعات من هذه الثلاثيات، عن طريق تطبيق طرق حسابية لإيجادهم بالطبع



الرياضيات اليونانية

منذ بداية القرن السابع قبل الميلاد قام اليونانيون بفصل استنتاج قوانين الطبيعة عن الأسئلة الدينية المتعلقة بالعلاقة بين الإنسان وآلهته. وقد قيل إن رجل الدولة الرياضى قد قام بجلب علم الرياضيات من مصر إلى اليونان، وهذا الموقف ميز كل العلوم والرياضيات اليونانية القديمة، حيث بحث اليونانيون عن نظريات الطبيعة التى تفسر الأرض والسماء.



فيثاغورث (٥٨٠ ـ ٥٠٠ ق.م)



اكتشف فيثاغورث أن النغمات الموسيقية البسيطة تتكون بالاندماج من آلتين لهما أطوال متناسبة . يتم اندماج الأوكتاف بواسطة وترين طول أحدهما نصف طول الآخر، أما فى حالة الخمس فتكون النسبة ٣:٢ .

وقد نُسب إلى فيثاغورث نظرية شهيرة تم تسميتها باسمه والتى تنص على: فى المثلث قائم الزاوية يكون مجموع مربعى طولى الضلعين مساوياً لمربع طول الوتر أى أن $أ^2 + ب^2 = حـ^2$. وهذه النظرية كانت موجودة قبل فيثاغورث ولكنه هو أول من قام بإثباتها. وبالرغم من أن هذه الرواية لم تُعرف إلا بعد وفاته بمئات السنين، إلا أنها تبدو متوافقة مع ما هو معروف عن فيثاغورث، حيث إنه قام بتغيير الرياضيات من كونها مجرد دراسة عملية إلى علم له دلالات فلسفية.



وقد أُعجب من ساروا على نهج فيثاغورث بالأشكال الهندسية المنتظمة بكلا نوعيها المضلعات والأجسام الصلبة المنتظمة والتى يوجد منها خمسة أشكال فقط، وقد ذكر فى أسطورة ما أنهم واجهوا أزمة كبيرة عندما اكتشفوا أن بعض العلاقات فى هذه الأشكال لا يمكن التعبير عنها فى صورة نسب للأرقام. وكان أسهل هذه الأزمات هو التحقق من نسبة طول قطر المربع إلى طول ضلعه، والمعروف الآن أن ...

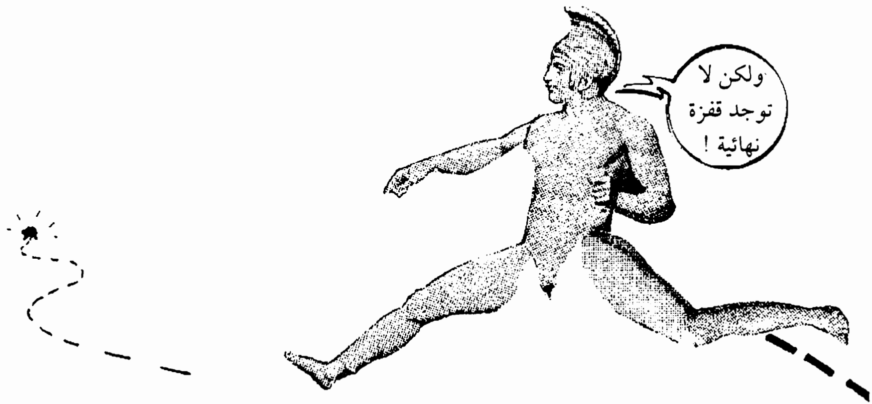


متناقضات "زينو"

كانت شهرتى
ناتجة عن المتناقضات التى
تحديت بها الأساسيات التى
يبنى عليها اعتقادنا عن الفضاء
والوقت والتغير

حاول زينو أن يبين أنه سواء تخيلنا أن الفضاء يمكن تقسيمه تقسيماً نهائياً أو لا نهائى أو سواء اعتبرنا الحركة البسيطة أو النسبية سنصل إلى تناقض ، وقد وضح ذلك باستخدام أربعة متناقضات.

وأشهر تلك المتناقضات هى التى تهتم بالتسابق بين أشيلس (أفضل عداء) والسلحفاة. فى قفزة واحدة يستطيع أشيلس أن يقطع نصف المسافة التى تقطعها السلحفاة ويكرر ذلك مرات عديدة...



باستخدامَ هذا التحليل كيف يمكننا تفسير تغلبه على السلحفاة ؟

بالطبع لسنا فى حاجة إلى ذكر أنه سيفعل ذلك بعد عدد لا نهائى من القفزات. فى الرياضيات الحديثة لا نستطيع التحدث عن الحد الأخير أو اللانهائى فى متتابعة.

وهذا التناقض يوضح أننا إذا جعلنا الفضاء مقسماً تقسيماً لا نهائى، سنصل إلى تناقضات فى وصف الحركة.

هناك أربعة متناقضات أخرى لزينو عن الحركة وأخرى عن التغيير بوجه عام، وإليك المثال التالى. بفرض أننا أعطينا الأوامر التالية ...



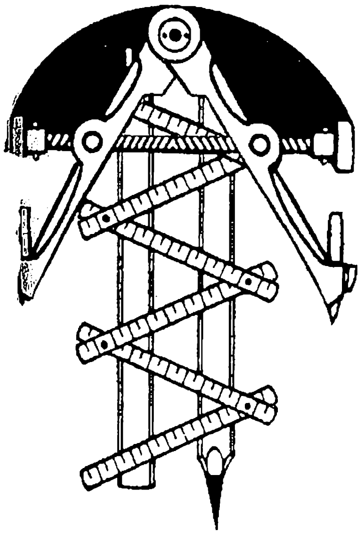
وقد قام الفلاسفة بملاحقة زينو فى كل لحظات حياته ولكن مثل أشيلس لم يتمكنوا من اللحاق بفريستهم تماماً. ربما كان لدى زينو شيء يريد أن يخبرنا به عن علم الرياضيات، فنحن نحب أن يكون هذا العلم واضحاً ولكنه فى الحقيقة متناقض.

إقليدس

(٣٢٣ - ٢٨٥ ق . م.)



كانت لأفكار إقليدس تأثيرات ضخمة على علم الرياضيات فى الغرب حيث إنها تعتبر الأساس للهندسة. وقد قام بتنظيم إثباتات تقليدية مبنية على بعض «الأعمال» باستخدام بعض الأدوات المثالية مثل المسطرة والفرجار (لعمل أقواس من دوائر). باستخدام هذه الأعمال يمكنك إثبات أشياء عن هيئة الأشكال دون استخدام الأمثلة الرقمية، وكان هذا هو التغيير الكبير فى الرياضيات اليونانية ـ فكرة الإثبات العامة المختصرة.



وفى عمله «العناصر» قدم إقليدس أساسياته المشهورة للهندسة وقام بتعريف الأعمال المسموح بها فى الإثبات (وهناك بعض الأعمال الأكثر تعقيداً والتى كانت معروفة بتحويل بعض الإثباتات الصعبة إلى صورة سهلة ولكنها لم تكن تعتبر «هندسية»). وبعد تعريف عناصره الأساسية مثل «النقطة» و«الخط» قدم إقليدس خمس ملاحظات شائعة عن الكمية وكذلك خمسة افتراضات للأعمال.

الملاحظات الشائعة :

١ - إذا ساوى شيئان شيئاً ثالثاً فإن الثلاثة يكونون متساوين
أ = جـ ، ب = جـ ، أ = ب

٢ - إذا أضيفت كميات متساوية إلى كميات متساوية كان الناتج متساوياً = + = = = =

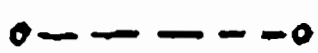
٣ - إذا طرحت كميات متساوية من كميات متساوية كان الناتج متساوياً = - - = = = =

٤ - الأشياء المتطابقة تكون متساوية 

٥ - الكل أكبر من الجزء **الكل**

الافتراضات :

من المسلم به أنه فى المستوى :

١ - يمكن رسم الخط بين أى نقطتين. 

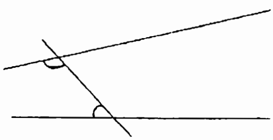
٢ - يمكن مد أى خط من كلا الجانبين بدون حد.

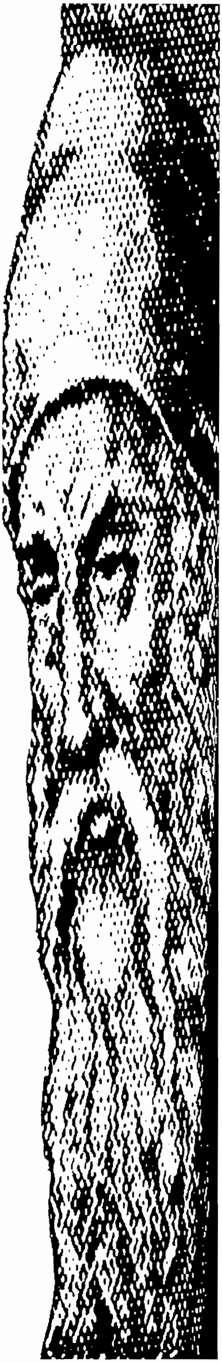


٣ - يمكن رسم دائرة بأى نصف قطر حول أى مركز . 

٤ - كل الزوايا القائمة متساوية. 

٥ - الخطان اللذان يقطعان خطاً ثالثاً بحيث كان مجموع الزوايا الداخلة أقل من زاويتين قائمتين يجب أن يتقاطعا فى نقطة . وأول ثلاث نقاط تعرف أعمالاً أما الاثنان الباقيان فهما نظريات. الافتراض الخامس يسمى «افتراض التوازى» وقد ظل هذا الافتراض تحدياً للرياضيين من بعد إقليدس. وفى الواقع فإن هذا الافتراض يعتبر المفتاح الذى يصف نوعين مختلفين من الهندسة.



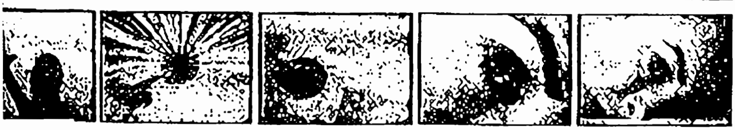




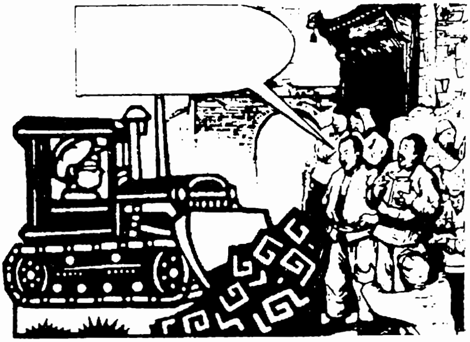
وباستخدام هذه الأساسات اتجه إقليدس لإثبات كل النتائج الهندسية ف
عصره وحتى نظرية فيثاغورث. وبغض النظر عن صعوبة مسلماته (والت
اعتبرت فيما بعد أنها حقائق ذاتية الإثبات، وكذلك الاستنتاجات الناتجة عن
تم التعامل معها على أنها حقائق أيضاً). وقد تم التعامل مع الهندسة على أن
مثال عظيم للمعرفة الحقيقية التى يمكن الوصول إليها بالعقلانية الإنسان
وحدها.

وجاء بعد إقليدس رياضى عظيم جداً وهو أرشيميدس (٢٨٧ - ٢١٢ ق.م.)
وضع أرشيميدس طرقاً لقياس مساحة الأشكال الدائرية وكذلك مساحة سط
الأجسام المنحنية مثل الكرة والأسطوانة، وقد استنتج قيمة تقريبية لـ ط..





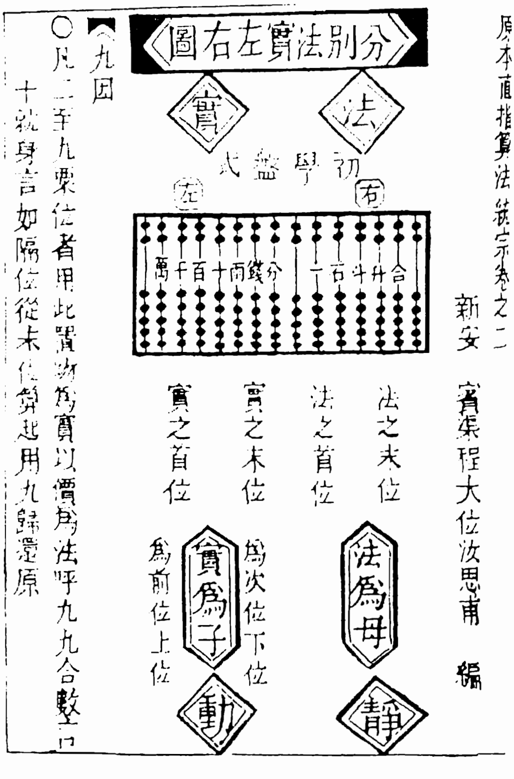
الرياضيات الصينية



لم يَقُم الصينيون باستخدام الإثباتات الثابتة التى وجدناها فى «عناصر إقليدس» وذلك لأنهم لم يُعجبوا بالمنطق الثابت. كان الصينيون، مهتمين بالتطبيقات العملية للأفكار ولم يدرسوا الرياضيات من أجل الرياضيات. وبالطبع لم يمنعهم ذلك من وضع إثبات للمثلث القائم الزاوية والذى كان مختلفاً تماماً عن نظرية فيثاغورث. وعلى عكس اليونانيين لم ينزعج الصينيون من الأرقام الصماء (وهى تلك الأرقام التى لا يمكن التعبير عنها على صورة نسبة بين رقمين صحيحين أو الأرقام غير النسبية).

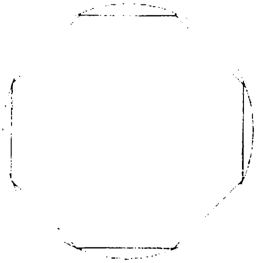
ولتمييز الأرقام السالبة ـ على سبيل المثال ـ استخدم الصينيون سيقاناً حمراء بدلاً من اللون الأسود !

وقد قام الصينيون بالتدريب على الجبر دون استخدام رموز بكتابة كل أفكارهم فى صورة كلمات. وقد استخدموا لوحة للعد فى الجبر وكذلك فى كل الاكتشافات الرياضية الأخرى. وقد طور الصينيون عن طريق العالم صنج ديناستى (٩٦٠ - ١٢٧٩) بعض الملحوظات للتعامل مع المعادلات حتى الأس التاسع. وقد استطاع الصينيون حل المعادلات الآنية الخطية (فى مجهولين أو أكثر) وكذلك المعادلات التربيعية.

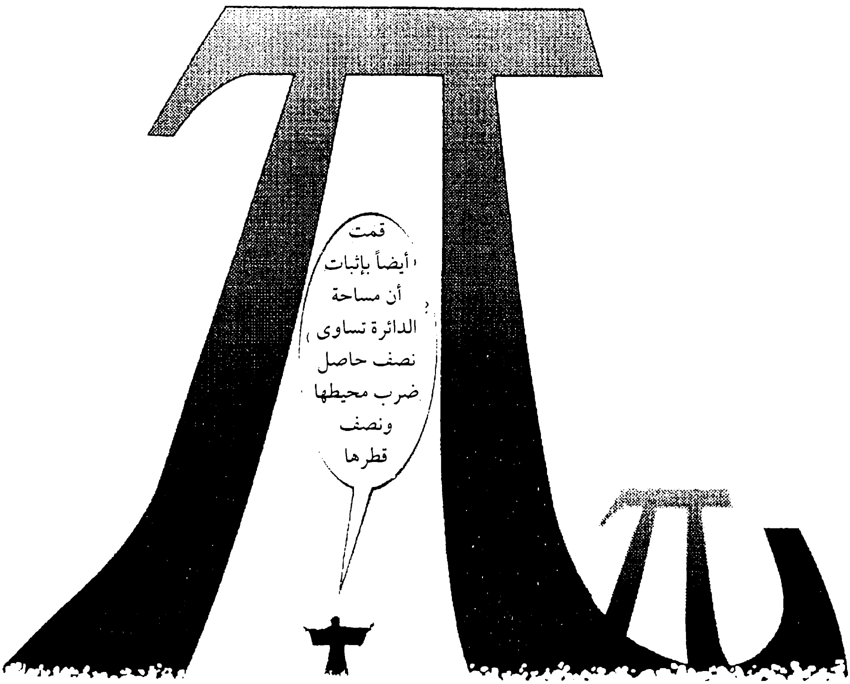


وقد اهتم الصينيون أيضاً بالمربعات السحرية التى يتم ملء خاناتها بأرقام عندما تُجمع تعطى نفس الرقم، ويطبق هذا على الصفوف الرأسية والأفقية والقطرية أيضاً . واخترع الصينيون مكعبات ثلاثية الأبعاد لها نفس الخاصية. وظل الصينيون متشوقين للبحث عن قيمة دقيقة لـ «ط». وقد استنتج «ليو هوى» (وهو أحد علماء الرياضيات القدماء فى الصين) قيمة لـ «ط»

4	9	2
3	5	7
8	1	6



حتى أربع علامات عشرية. وبنى ليو هوى طريقته على «طريقة الاستنزاف» حيث من الممكن وضع مضلع داخل الدائرة وعن طريق زيادة عدد أضلاعه حتى تصل أطوالها إلى حد من القصر يمكننا معه مساواة المضلع بالدائرة.



وفى القرن الخامس بعد الميلاد قام الفريق المكون من الأب والابن تسو تشونج تشيه وتسو كنج تشيه بالحصول على قيمة لـ ط تساوى ٣,١٤١٥٩٢٦ و ٣,١٤١٥٩٢٧ . لم يتم التوصل لهذا الرقم فى العالم الغربى حتى القرن السابع عشر.

تشيو تشانج

هو أشهر كتاب فى الرياضيات الصينية، ولا نعرف من كتبه ولا متى تمت كتابته بالتحديد ولكنه يفترض أنه يعود إلى آخر سلالة «تشين» أو بداية سلالة «هان» (القرن الأول بعد الميلاد).

وهذا الكتاب يغطى الموضوعات التالية :

- مراجعة أساسية (مع قواعد الجمع والطرح للكسور والنسب (النسب المئوية).
- التوزيع النسبى (المتواليات الهندسية والحسابية بالإضافة إلى قاعدة الثلاثة).
- قياسات أولية (إيجاد الجذور التربيعية والتكعيبية بطرق هندسية).
- دليل المهندسين (حجوم الأجسام ثلاثية الأبعاد).
- ... ...

هذا بالإضافة إلى أجزاء أخرى عن الضرائب وبعض الألغاز وطرق الجدولة.



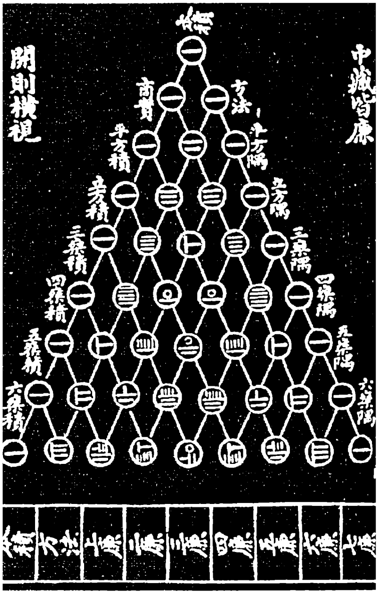
أربعة علماء رياضيات صينيون

يعتبر آخر القرن الثالث عشر وبداية القرن الرابع عشر هى فترة أقصى ازدهار للرياضيات الصينية. وقد عاش خلال هذه الفترة أربعة من أشهر علماء الرياضيات فى الصين.



وكان هناك أكثر من ثلاثين مدرسة رياضيات عبر الصين وكانت الرياضيات مادة إلزامية فى اختبارات الخدمة الوطنية العامة.

ويعتبر العالم تشين تشيو شاو واحداً من أعظم علماء الرياضيات الصينيين على الإطلاق وقد عمل فى الخدمة العسكرية والمدنية وكان كتابه تسعة قطاعات من الرياضيات يتضمن بعض الأفكار الجديدة وقدم تحليلاً غير معروف من قبل (وهو دراسة المسائل التى لها حلول على هيئة أرقام صحيحة).



لاحظ أحدنا الأرقام المصاحبة للسينات يظهر نموذج معين. بالنسبة للأس الأول (مثل (س+١)) هذه الأرقام هى ١ ، ١ ؛ وبالنسبة للأس ٢ (مثل (س+١)^{٢}) تكون الأرقام ١، ٢، ١؛ وبالنسبة للأس ٣ (مثل (س + ١)^{٣}) تكون الأرقام ١، ٣، ٣، ١ وهكذا. وقد تم تخطيط هذه الأرقام فى نفس الصورة التى صممها باسكال فى القرن السابع عشر.

وقد استُخدم مثلث باسكال فى حساب الاحتمالات. على سبيل المثال يعطى النصف الثانى التباديل المختلفة عند رمى قطعتى نقود. فهناك احتمال واحد أن تظهر صورتان واحتمالان أن تظهر صورة وكتابة ، واحتمال واحد لظهور كتابتين.



وقد تم توضيح ذلك بواسطة عالم الرياضيات تشيا هسين (١١٠٠ ميلادية) وربما تكون ظهرت قبل ذلك.

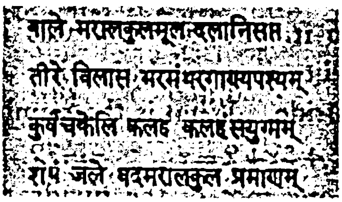
الرياضيات الهندية

تعتمد الرياضيات الهندية (شأنها شأن الرياضيات الصينية) على كل الإثباتات المتنوعة متضمنة التحققات المرئية والتى لم يتم إرجاعها إلى أى نظام استدلالى تقليدى. وقد تطورت الرياضيات الهندية من النظام الذى طوره علماء المنطق وعلماء اللغة الهنديون. وقد تطورت الرياضيات فى الهند فى أربع مراحل واضحة.

مرحلة (الهارابان) من ٢٥٠٠ ق.م. إلى ١٠٠٠ ق.م. وتضمنت الرياضيات الأولية باستخدام الأحجار ، إلخ.

وتلى هذه المرحلة فترة «فيديك» والتى استمرت لمدة ١٠٠٠ عام والتى اهتمت بهندسة الطقس. وخلال هذه الفترة بدأت «الجنسنية» و«البوذية» فى الظهور.

ثم تلى ذلك الفترة التقليدية والتى استمرت تقريباً حتى عام ١٠٠٠ ب.م. وقد اهتم الرياضيون فى هذه الفترة بتطوير المبادئ القديمة مثل الأرقام والخوارزميات والجبر.


तीरे विलास
कुर्वं चकेलि कलह कलह
जले प्रमाणम्

قصيدة من أعمال عالم الرياضيات الهندى باسكارا (انظر الصفحة المقابلة)

والمرحلة الأخيرة فى الرياضيات الهندية هى فترة القرون الوسطى «لمدرسة كيرالا» والتى انتهت فى القرن السادس عشر حيث تم تطوير أفكار أكثر ذكاءً، وسبب انتهاء هذه المدرسة فى كيرالا غير معروف تماماً. وعلى أية حال فقد أثرت مدرسة كيرالا كثيراً فى الرياضيات الأوروبية حيث إن الاكتشافات الرياضية فى أوروبا كانت معروفة مسبقاً لدى علماء الرياضيات فى كيرالا قبل ذلك بحوالى ثلاثة قرون.

هندسة القيدا [1]

كان هندوس فيديك معجبين جداً بالأرقام الكبيرة التى كانت تشكل جزءاً من المسئول
لدينية لديهم. فعلى سبيل المثال عند مناقشة أمر مثل القربان كانت تذكر أرقام مثل ٠٠٠٠٠
مليون. وكان هناك اعتقاد كبير بالأرقام التى تزداد على صورة مضاعفات العشرة، وكلما ازد
لرقم أصبح أكثر إثارة.

وهندسة مذبح الكنيسة تعطينا تصوراً للجبر عند هندوس فيديك. فطبقاً لأحد الأنظمة كا
مذبح الكنيسة يأخذ شكل شبه منحرف ذى ضلعين متساويين . ويتم زيادة أو إنقاص أطوا
لأضلاع بالتناسب مع الطقوس المختلفة. وهناك طقوس مختلفة تتطلب عدم تغير أطوا
ضلاع معينة بينما تزداد أو تنقص أطوال أضلاع أخرى.

وقد مكن هذا القادة الدينيين من المسائل الرياضية التى تتطلب حلولاً جبرية. وقد تم وض
قواعد لهذه العمليات والأسئلة التى تأخذ فى اعتبارها عدد الأحجار المستخدمة فى ها
لتغيرات. وتقدير عدد الأحجار المستخدمة فى هذه العملية بحيث لا تتقابل الصدوع ف
لطبقات المتتالية أدى إلى استخدام المعادلات الآنية.



(١) الفيدا : هى مجموعة الكتب المقدسة فى الديانة الهندوسية، وكلمة الفيدا سنسكريتية تعنى «المعرفة»، ولم يبق منها أربعة أسفار. (المراجع).

وقد حسب الرياضيون الهنود قيمة ط لأقرب أربع علامات عشرية.

الطريقة الهندية المعتادة لإيجاد مساحة الدائرة أو حجم الكرة ...



يتم تقسيم الكرة ـ على سبيل المثال ـ إلى الكثير من الأهرام الصغيرة بهدف جمع أحجامهم بنفس «طريقة الاستنزاف» التى استخدمها أرشيميدس وقد احتوت هذه الطريقة على مبادئ العلم الذى عُرف فيما بعد باسم «التكامل» وقد استخدم الهنود هذه الطريقة فى الفلك من أجل حساب سرعة ومواقع الكواكب. وعلى سبيل المثال كان للتنبؤ بالكسوف شأن دينى عظيم. حيث يكتسب عالم الفلك الذى يستطيع التنبؤ بذلك بدقة احتراماً عظيماً. ويعتقد بعض علماء تاريخ الرياضيات الهندية أن هذا هو البداية الحقيقية لعلم «التفاضل والتكامل».

براهما جوبتا

وظهر الجبر فى فترة براهما جوبتا (٥٩٨) (وهو أحد أعظم علماء الرياضيات فى الهند) على أنه فرع منفصل من الرياضيات. وقد كتب براهما جوبتا أبحاثاً غطى فيها بعض النقاط مثل الجذور التربيعية والتكعيبية والكسور وقاعدة الثلاثة والخمسة والسبعة وغيرها والمقايضة. وخلال هذه الفترة تم تقسيم المعادلات إلى أنواع ما زالت تعرف حتى الآن : البسيطة Yavat-tavat والتربيعية varga والتكعيبية ghana والتربيعية الثنائية varga - varga . وقد اهتم براهما جوبتا بالمعادلات الخطية ذات المجاهيل وكذلك المعادلات التربيعية. وكان لبراهما جوبتا العديد من المعلقين الذى نقلوا أفكاره عبر السنين.



ومثل باقى العلماء الهنود فقد أحب براهما جوبتا الأرقام غير النسبية مثل $\sqrt{2}$ وحدد قيمتها لدرجة عالية جداً من التقريب.

أرقام "جاين"

اهتم هنود جاين شأنهم شأن هندوس فيديك بالأرقام الكبيرة وكانت لهم طريقة منفردة للتفكير فى هذه الأرقام. فقد اقترحوا أن هذه الأرقام تنقسم إلى ثلاث مجموعات وهى المعدودة والغير معدودة واللانهائية. وكل مجموعة تنقسم إلى ثلاث مجموعات. فالمجموعة الأولى على سبيل المثال تنقسم إلى الأرقام القليلة والمتوسط والكبيرة ، أما المجموعة الثانية فتنقسم إلى غير معدودة تقريباً وغير معدودة حقيقياً وغير معدودة غير معدودة. أما المجموعة الثالثة فهى : تقريباً لا نهائى ولا نهائى حقيقى ولا نهائى لا نهائى. ولم تعرف أوربا قدر هذه الأرقام إلا منذ قرن مضى من خلال أعمال كانتور.



اندماجات فيديك وجاين

كان كل من فيديك وجاين الهنود مغرماً بالتعامل مع الاندماجات. وأحد مصادر هذ الاهتمام كان قصائد فيديك الشعرية وتغيراتها. وكان بعض هذه الأبيات مكوناً من ٦ مقاطع وبعضها من ٨ أو ٩ ، ١١ أو ١٢ . وكان التحدى هو تغيير الأصوات الطويلة والقصيرة فى كل مجموعة مقاطع وإيجاد الاندماجات المختلفة المتاحة. وقد أدى هذ البحث إلى العديد من مسائل التباديل. على سبيل المثال: الروائح التى تنتج من خلط ١٢ مادة فى صورة منفردة أو ثنائيات أو ثلاثيات فى نفس الوقت.



وقد استخدم باسكارا الثانى (١١١٤) الصفر فى عملياته الحسابية والجبرية. وفى الجبر استخدم نظرية الإشارات والحروف ليشير إلى الكميات المجهولة. وقد درس مسائل معقدة جداً فى نظرية الأرقام وقد كان لأعماله الفضل فى أصل علم التفاضل والتكامل الحديث.

73

الشعر الرياضى

تم تناقل الأفكار الرياضية الهندية فى صورة الشعر. ويشيع وجود الألغاز الرياض
الشعر حتى الآن، وأحد الألغاز الرياضية الشعرية هو :





ها هى طريقة الحل : [(٢) (١٠) - ٨]^{٢} + ٥٢ =
١٩٦

بعد ذلك $\sqrt{١٩٦}$ = ١٤
ثم (١٤) (٢/٣) (٧) (٧/٤) = ٢٨ الإجابة
٣

وفى هذه الأيام نعبر عن الإجابة بـ س ونكتب :
$(\sqrt{(٣س \times \frac{٤}{٧} \times \frac{٢}{٣})^{٢} - ٥٢ + ٨)} \backslash ٣ = ٢$

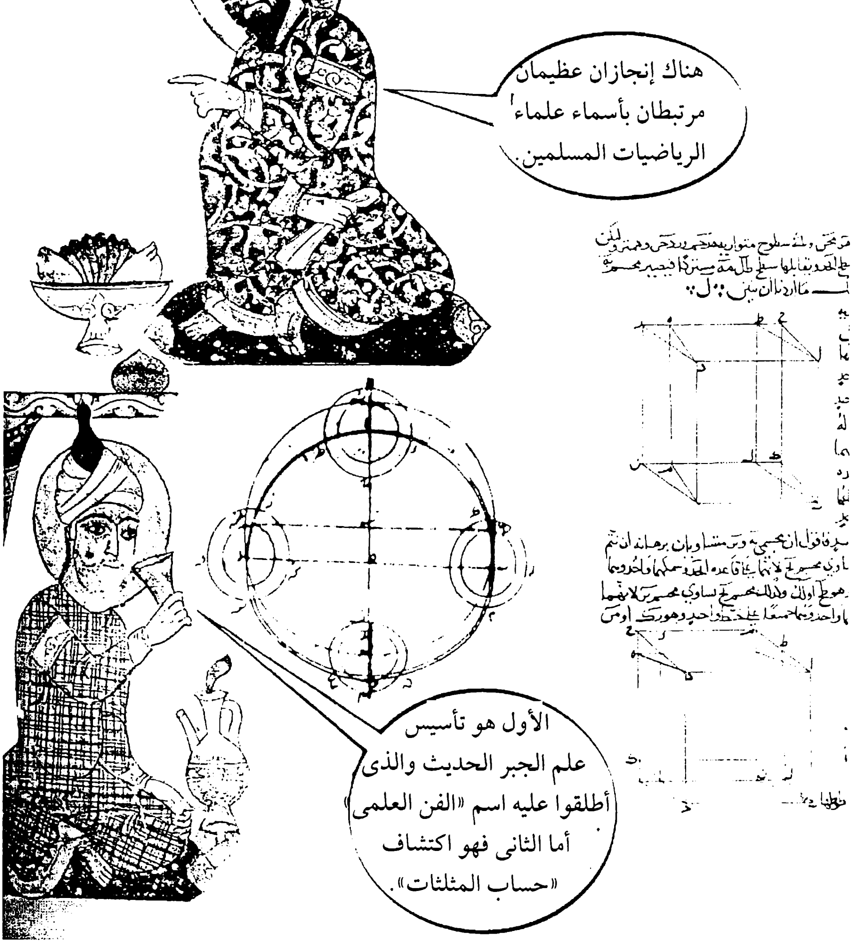
وبدون خلط فإن هذا التعبير المعقد يكافئ تماماً التعبير القديم وللحصول على حل نجعل س نصب أعيننا ونحاول أن نجعلها فى طرف وحدها لنحصل على قيمة لها فى الطرف الآخر.

، العديد من الرياضيين البديهيين فعلى سبيل المثال
١ - ١٩٢٠) فاشلاً أكاديمياً ولكنه كان عالم رياض
على المذهب التصوفى والميتافيزيقا وكذلك الأ
، . وكانت طريقة الوصول إلى النتائج العميقة ال
، فهم أى أحد وكان نصيره فى انجلترا عالم الرياض
ـرة بينما كان مريضاً فى أحد المستشفيات.



قام المسلمون بتوحيد الفكر الرياضى فى كل الحضارات السابقة لهم ، حيث قاموا بدمج الجبر والعلاقات الحسابية البابلية والهندية والصينية بالعلاقات الهندسية اليونانية والإغريقية. وكنتيجة لذلك كان علماء الرياضيات المسلمون على درجة عالية من الجرأة فى التعامل مع العمليات الحسابية على الأرقام الصحيحة والكسور وكذلك استخدام وتحويل الأرقام العشرية والسداسية وأيضاً استخلاص الجذور التربيعية والعمليات على الأرقام غير النسبية واستخلاص الجذور التكعيبية ودراسة معاملات ذوات الحدين واستخلاص الجذور الرباعية والجذور الأعلى رتبة من ذلك.



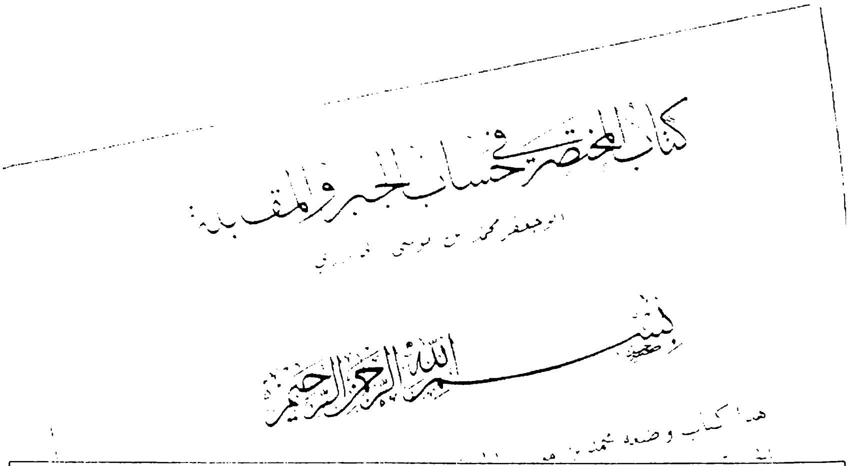


الخوارزمى

محمد بن موسى الخوارزمى (توفى عام ٨٤٧) هو مؤسس علم الجبر الذى نعرفه فى أيامنا الآن. قد أتت كلمة الجبر من عنوان كتابه «كتاب المختصر فى حساب الجبر والمقابلة». وتشتق كلمة وارزم من اسمه. وقد وضح الخوارزمى كيفية اختصار أى مسألة إلى واحدة من ست صيغ قياسية ستخدام عمليتين الأولى تعرف بالجبر والثانية هى المقابلة.

وتهتم الطريقة الأولى (الجبر) بنقل الحدود لحذف الكميات السالبة (مثل س = ٤٠ - ٤ س تصبح ٥ س = ٤٠).

والمقابلة هى العملية التالية وهى عبارة عن موازنة الكميات الموجبة المتبقية (لذلك إذا كان لدينا ٥٠ + س٢ = ٢٩ + ١٠ س تقوم المقابلة باختصارها إلى س ٢ + ٢١ = ١٠ س).



فى هذا الكتاب لم يستخدم الخوارزمى أية رموز كما نستخدم الآن وقام بالتعبير عن الرياضيات بصورة كلمات وباستخدام الكلمات قام باكتشاف حلول للمعادلات التربيعية ووضع المعادلة العامة

$$\text{أ س}^2 + \text{ب س} + \text{جـ} = ٠$$

والتى لها حل

$$\text{س} = \frac{-\text{ب} \pm \sqrt{\text{ب}^٢ - ٤ \text{ أ جـ}}}{٢ \text{ أ}}$$



قابلنا هذا قبل ذلك فى ص ٥١

تطوير الجبر



نحن نعرف أن الجبر له هدف مزدوج، الأول هو التطبيق التقليدى للعمليات الحسابية الأولية بصورة تعبيرات جبرية، والثانى هو دراسة التعبيرات الجبرية بغض النظر عما تمثله وذلك لكى نكون قادرين على تطبيق العمليات العامة المطبقة على الأرقام على تلك التعبيرات.

الصموعل (المتوفى عام ١١٧٥)
كان الصموعل هو أول من كتب النتائج الجبرية فى صورة رمزية.


فى كتابى الفخرى قمت بدراسة «أسس المجاهيل» المختلفة.
وكذلك قمت بتطبيق عمليات حسابية على التعبيرات الجبرية وأنتجت أول جملة فى جبر «كثيرات الحدود».
الكراجي (توفى عام ١٠٠٠)
تم استخدام أعمال الكراجى بواسطة من تبعه لإيجاد قواعد قسمة كثيرات الحدود واحدة على الأخرى وكذلك قواعد إمكانية إيجاد الجذور التربيعية لكثيرات الحدود.
ونتج عن ذلك «التحليل الاندماجى» والذى تم تطبيقه بعد ذلك فى تحليل وحساب احتمالات ترتيب الأوراق وأججار النرد.
تم أيضاً استنتاج معادلة لمفكوك ذات الحدين.
وتم عرض جدول لمعاملاتها وهو مثلث باسكال الذى كان قد اكتشف بواسطة علماء الرياضيات الصينيين.

وقد قام عمر الخيام (المتوفى عام ١١٢٣) بمناقشة إيجاد الجذور من الدرجات الرابعة والخامسة والسادسة والأعلى من ذلك بطريقة اكتشفها والتى لا تتضمن استخدام الهندسة ولكنها مكافئة لمثلث باسكال. وكان اكتشافه هذا معاصراً للاكتشاف المشابه فى الصين.



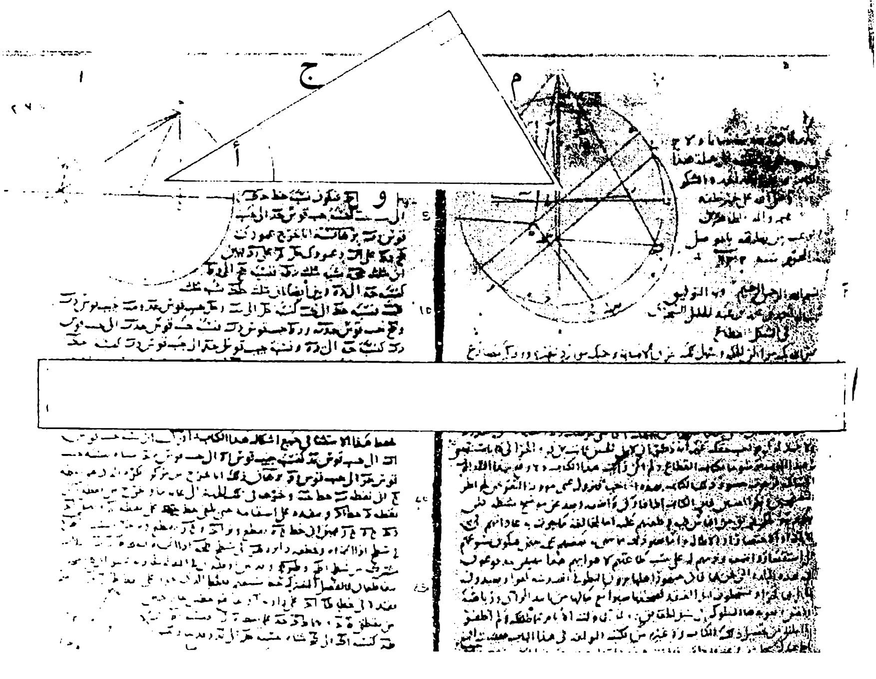
اكتشاف حساب المثلثات

قدم علماء الرياضيات المسلمون النسب المثلثية الستة الأساسية وامتدادهم فى حل مسائل حساب المثلثات.

وقد حل حساب المثلثات الحديث محل الطريقة غير البارعة لاستخدام الأوتار (المبنية على قطاعات من الدائرة) التى استخدمت بواسطة عالم الفلك اليوناني العظيم Ptolemy (١٠٠ ـ ١٧٠) ويتم تعريف هذه الدوال بواسطة أضلاع المثلث القائم الزاوية، والمسمون بـ «م» للضلع المقابل لزاوية ما و «ج» للضلع المجاور لها و «و» للوتر، وهذه الدوال هى جا = $\frac{م}{و}$ ، جتا = $\frac{ج}{و}$ ، وظا = $\frac{م}{ج}$ وقد نتج منه هذه التعريفات البسيطة عالم غير مصدق من العلامات. وقد كان حساب المثلثات عبارة عن أعظم تطور هام للرياضيات والفلك والعلوم العملية مثل مساحة الأراضى وبناء الحصون.

والدوال الثلاثة الأخرى هى عبارة عن مقلوب الدوال الأولى وهي :

$$\text{قتا أ} = \frac{1}{\text{جا أ}} = \frac{و}{م} \text{ ، قا أ} = \frac{1}{\text{جتا أ}} = \frac{و}{ج} \text{ ، ظتا أ} = \frac{1}{\text{ظا أ}} = \frac{ج}{م}$$



البطانى

قام البطانى (المتوفى عام ٩٢٩) بإنتاج عدد من العلاقات المثلثية والتى تتضمن :

$$\text{ا أ} = \frac{\text{جا أ}}{\text{جتا أ}}$$

$$\text{أ} = \sqrt{\text{١ + ظا}^{\text{٢}}\text{ أ}}$$

وقام كذلك بحل المعادلة جا س = أ جتا س مكتشفاً بذلك المعادلة

$$\text{جا س} = \frac{\text{أ}}{\sqrt{\text{١ + أ}^{\text{٢}}}}$$



أبو وفا



استنتج أبو وفا (المتوفى عام ٩٩٨) العلاقات التالية :

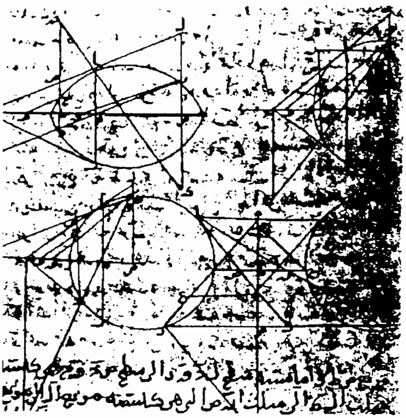
جا (أ + ب) = جا أ جتا ب + جتا أ جا ب

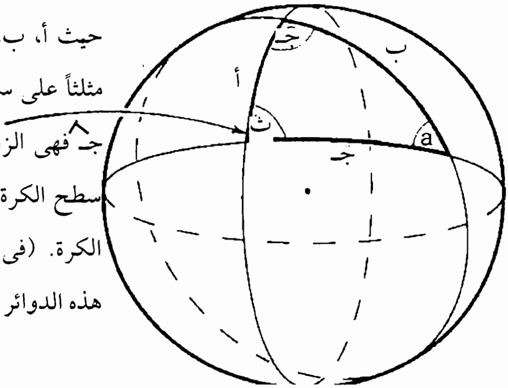
جتا ٢ أ = ١ - ٢ جا٢ أ

جا ٢ أ = ٢ جا أ جتا أ

وكذلك اكتشف صيغة الجيوب للهندسة الكروية

$$\frac{\text{جا أ}}{\text{جا } \hat{\text{أ}}} = \frac{\text{جا ب}}{\text{جا } \hat{\text{ب}}} = \frac{\text{جا جـ}}{\text{جا } \hat{\text{جـ}}}$$





حيث أ، ب، جـ هى أطوال أجزاء الدوائر التى تكون مثلثاً على سطح الكرة مقدرة بالدرجات أما $\hat{\text{أ}}$ ، $\hat{\text{ب}}$ ، $\hat{\text{جـ}}$ فهى الزوايا المقابلة لها. ويتم عمل الدوائر على سطح الكرة بواسطة المستويات التى تمر بمركز تلك الكرة. (فى هذه الأيام تتبع الطائرة العابرة للقارات هذه الدوائر حيث إنها تعتبر أقصر مسافة بين نقطتين).

ابن يونس وثابت بن قرة

قام ابن يونس المتوفى عام ١٠٠٩ بتحقيق الصيغة التالية :

جتا أ جتا ب = ١/٢ (جتا (أ + ب) = جتا (أ - ب))

وبالرغم من أنها مبنية أساساً على علم المثلثات إلا أنها مكنتنا من تحديد قيمة لحاصل الضرب على صورة مجموع. وفى الوقت الذى كانت فيه عملية ضرب رقمين مكونين من عدد كبير من الخانات تعتبر عملية مملة كانت هذه المعادلة موفرة للجهد بطريقة كبيرة ، بعد ذلك أعطت هذه الصيغة بوادر نشأة اللوغاريتمات والتى قامت بنفس المهمة بصورة مباشرة، أيضاً أدت هذه الصيغة إلى الصيغة الأساسية لحساب المثلثات الدائرية المستخدم فى هذه الأيام من خلال معادلة جيب التمام.

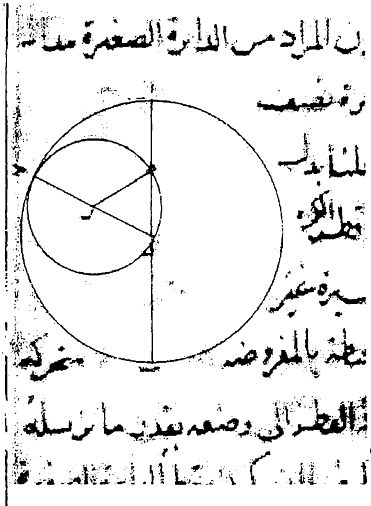
جتا أ̂ = جتا ب̂ جتا جـ̂ + جا ب̂ جا جـ̂ جتا أ̂

(حيث أن أ هو طول الضلع الدائرى و أ̂ هى الزاوية المقابلة له).

كتب ثابت بن قرة (المتوفى عام ٩٠١) فى نظرية الأرقام واستخدامهم فى وصف النسب بين الكميات الهندسية وهى خطوة لم يخطُها اليونانيون أبداً.

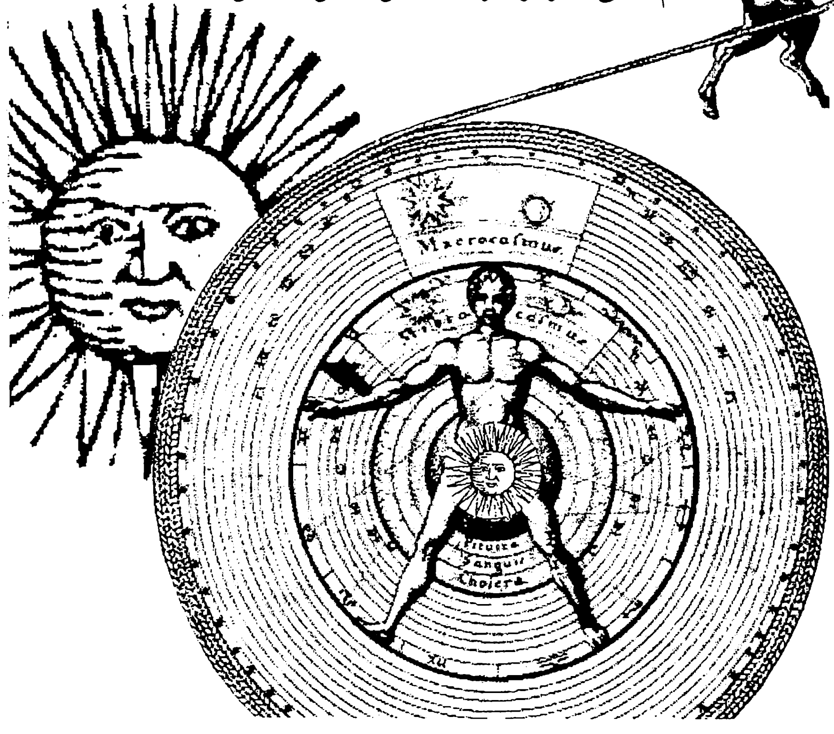


الطوسى



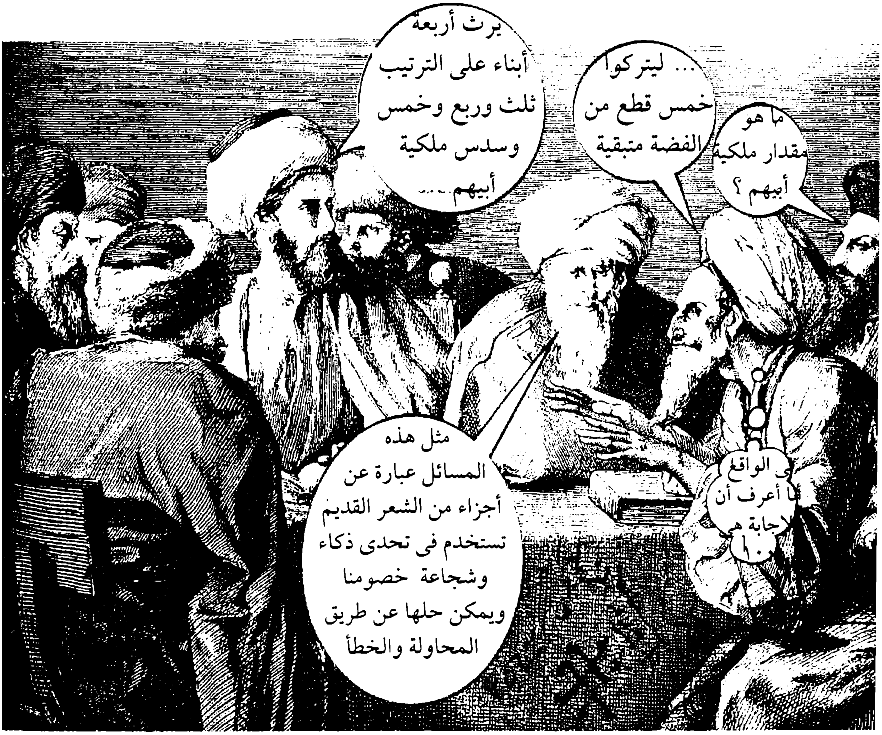
يعتبر ناصر الدين الطوسى (المتوفى عام ١٢٧٤) أفضل العلماء فى مجال حساب المثلثات بنوعيه المستوى والكروى.
ومعالجته المبنية على الفهم لتحليل المثلثات الكروية تعتبر واحدة من الدراسات المؤسسة لتطوير علم الرياضيات. وقد أسس أزواج طوسى والتى وضح من خلالها أن الحركة فى خط مستقيم ذهاباً وإياباً يمكن تمثيلها على هيئة تراكب حركتين دائرتين. وقد مكن هذا البحث العالم نيقولاس كوبرنيكوس (١٤٧٣ - ١٥٤٣) من تمثيل حركة الكواكب المعقدة على هيئة حركة دائرية مركبة وذلك سهل عليه إنشاء نظام فلكى يتمركز حول الشمس وليس الأرض.





حل المسائل التى تتضمن أرقاماً صحيحة

ظلت المسائل التى لها حلول عبارة عن أرقام صحيحة شائعة على مر القرون، فهذ مى الأرقام التى يفهمها التلاميذ. ومثال تلك المسائل هو مسألة الوراثة :



وتم التوصل لأول تقريب لهذه المسائل بواسطة ديوفانتوس (٢٧٥) وكان علماء رياضيات المسلمون على درجة عالية من النشاط فى تطوير هذا العمل. وكانت نقطة بدء الطبيعية هى أرقام فيثاغورث مثل ٣، ٤، ٥ والتى تكون أطوال أضلاع مثلث قائم زاوية، وتم تعميم هذه العلاقة وقام العلماء المسلمون بالبحث عن حل صحيح لمعادلة $س^{ن} + ص^{ن} = ع^{ن}$. وكان هناك العديد من علماء الرياضيات من قاموا بإثبات ستحالة حل هذه المعادلة ومن ضمن هؤلاء كان فيرمان لو الذى سميت هذه المسألة سمه. وقام العلماء التالين باكتشاف بعض الأخطاء التى بينت أن هذه المسألة صعبة بداً بالفعل !

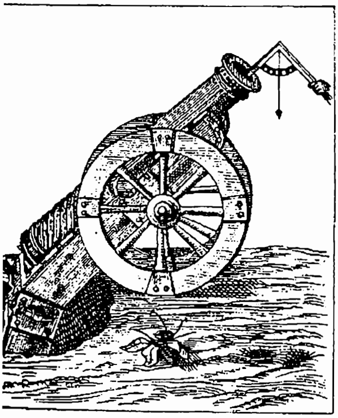
نشأة الرياضيات الأوروبية

اعتمدت الرياضيات الأوروبية فى تطورها على المساهمات من كل الحضارات الأخرى، فخلال العصور الوسطى كانت أوروبا أقل شأناً من الحضارات الأخرى فى كل نواحى التقنية والعلوم والثقافة . وقد بدأت فى اللحاق بالركب عن طريق الاحتكاك الثقافى أثناء الحملات الصليبية ومن خلال الحوار بين العلماء فى كل من أسبانيا وإيطاليا. وقد تم نقل وترجمة الأعمال العربية سواء إذا كانت مترجمة من اليونانية أو أعمالاً أصلية وذلك بواسطة فرق عمل متضمنة الوساطة اليهودية فى بعض الأحيان.



ومن بقايا هذه العملية الأسماء العلمية التى تبدأ بـ "الـ" مثل الجبر والكحول (Algebra & Alcohal). وقد تم إعادة اكتشاف العلاقات الفيثاغورثية من الرياضيات الفنية والصوفية خلال عصر النهضة فى القرن الخامس عشر.

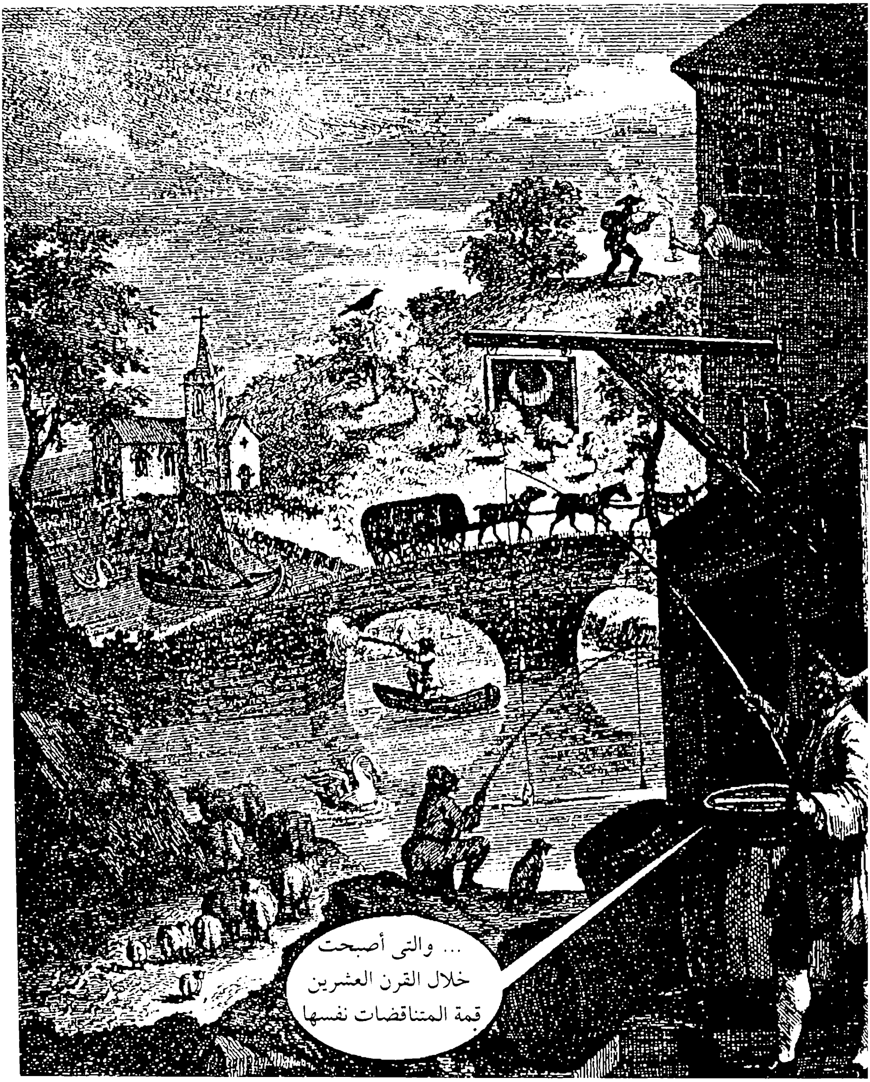




وكانت الرياضيات لها دور أساسى فى الإبحار فى أعالى البحار وتم تطبيقها فى كثير من المجالات مثل الدفاع (تصميم الحصون) والهجوم (مصاطب المدفعية) فى داخل الأوطان. وكانت المجالات مثل حساب المثلثات هامة جداً لنجاح هذه المغامرات، وقد تم تقدمها فى كلا المجالين التجريبى والنظرى.

هذا بالإضافة إلى التطور المتتابع للعلوم التجارية والتى تطلبت تحسين طرق المحاسبة. وقد دعت الكنيسة فى البداية لاستخدام الأرقام العربية والاحتفاظ بالكتب ذات اللغتين (العربية والأوروبية على سبيل المثال). وكان ذلك لا يحتاج إلى تبرير ولكنه أمر واجب القبول. وفى هذه الأيام أصبحت هذه الأمور هامة جداً لدرجة يصعب معها إهمالها أو تجاهلها.

وقد صاحب تطور الرياضيات الأوروبية فى المجال النظرى بعض الأزمات لمتناقضات. فقد أصبحت الأرقام السالبة والأرقام غير النسبية (والتى نادراً ما أزعجت صينيين والهنود والمسلمين) على درجة عالية من الصعوبة بالنسبة لعلماء الرياضيات أوروبيين حتى أثناء استخدامهم بنجاح باهر. وفى الحال أدت هذه المتناقضات إلى ظهور مجالات جديدة من الرياضيات ...



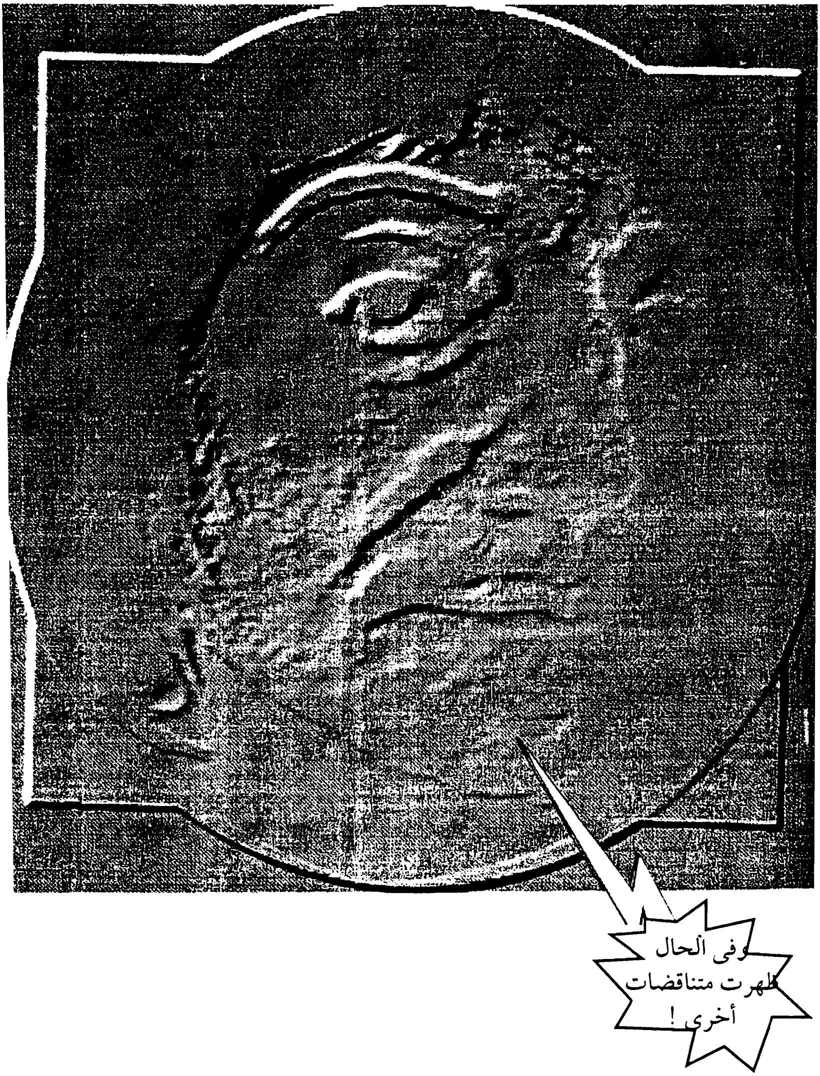
رينيه ديكارت

ويلاحظ أن أعظم مبتكر أوروبى فى الرياضيات هو الفرنسى رينيه ديكارت (١٥٩٦ - ١٦٥٠) والذى كان فيلسوفاً أيضاً. ومن خلال أبحاثه الشخصية فى التأكد تحول من تعلم الأدب الإنسانى إلى متابعة الرياضيات، ولكنه فى البداية كان محبطاً.



لماذا كان ديكارت على هذه الدرجة العالية من الاستخفاف بالجبر لدرجة أنه أراد أن يحسنه؟ حسناً، فقد كان الجبر مصاغاً جزئياً فى خلال القرن السادس عشر، فقد كانت هناك بعض النقاط العامة ذات الأسماء المختصرة التى لم تكن على درجة وصف واضحة ولا حتى تمت معالجتها بطريقة بارعة. ولكن بالنسبة لعلماء الرياضيات فى ذلك الوقت كانت هناك أمور أسوأ، فقد وجدوا أنفسهم يقومون بوصف أشياء تافهة أو سيئة!

لقد ذكرنا سابقاً الأرقام التخيلية، وهى جذور المعادلات مثل س٢ + ١ = ٠ ، إ
نوع من الأرقام تنتمى هذه الأرقام ؟
فنحن لا نستطيع عد الأشياء بواسطة هذه الأرقام. أيضاً ما هى الكميات الفيزيا
يعطى مربع قياسها كميات سالبة ؟ هذا يعنى أنه يلزم التعامل مع هذه الأر
الجة بارعة لبعض القواعد، وفى النهاية لا توجد دواعى قلق من كتابة الهراءات ه
، !

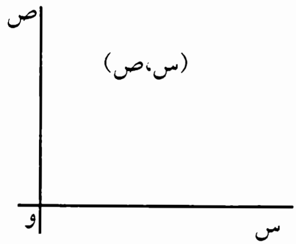


الهندسة التحليلية

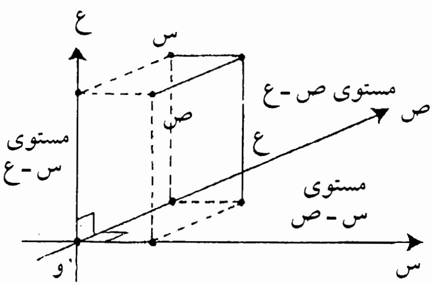
ظهرت الهندسة التحليلية أو هندسة الإحداثيات كنتيجة لمجهودات ديكارت. وتبنى الهندسة التحليلية على فكرة أن أى نقطة فى الفراغ يمكن ...



فى الهندسة المستوية يوجد محوران متعامدان نطلق عليهما «محور س» و«محور ص». ويمكن تحديد موقع أى نقطة فى المستوى بواسطة إحداثياتها (س،ص) والتى تعطى المسافة بين تلك النقطة ونقطة الأصل على المحور بين س و ص ، ونقطة الأصل هى نقطة تقاطع المحورين.

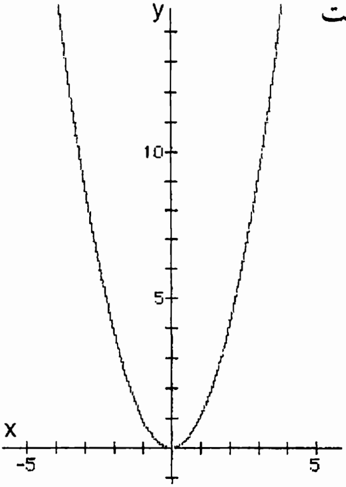


أما فى حالة الثلاثة أبعاد فيوجد ثلاثة محاور متعامدين تبادلياً وهم محور س و ص و ع





وأبسط شكل يمكن تمثيله هو الخط المستقيم الذى يوصف بواسطة المعادلة الخطية ص= أ س + ب حيث أ، ب ثوابت

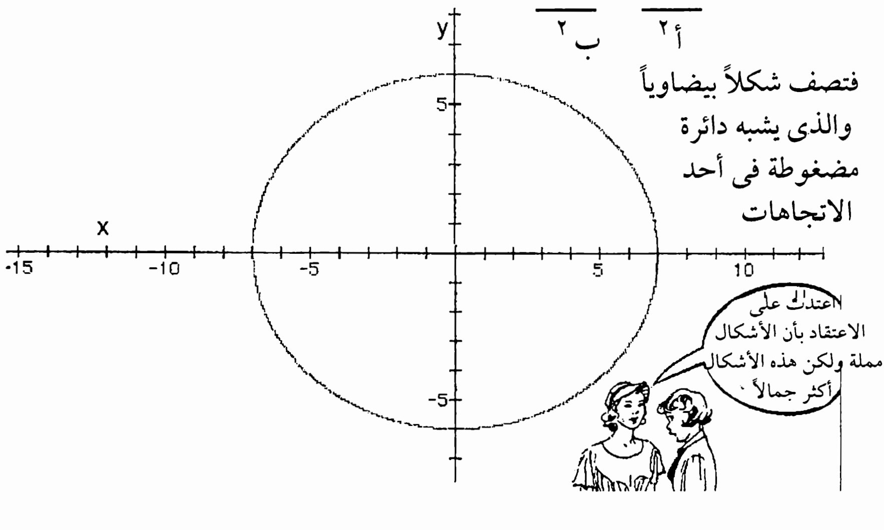


والمعادلة ص = س ٢
نصف القطع المكافئ



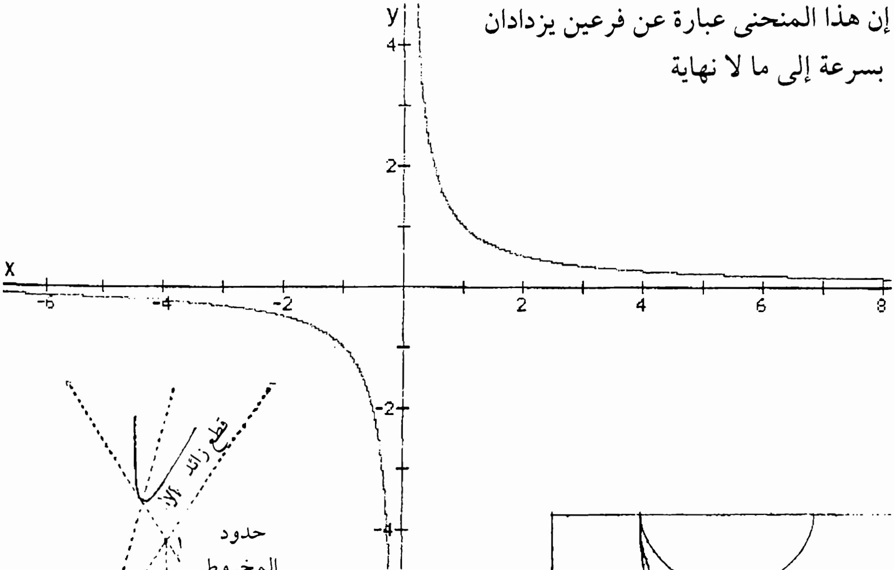
أما المعادلة $\frac{س^{٢}}{أ^{٢}} + \frac{ص^{٢}}{ب^{٢}} = ١$

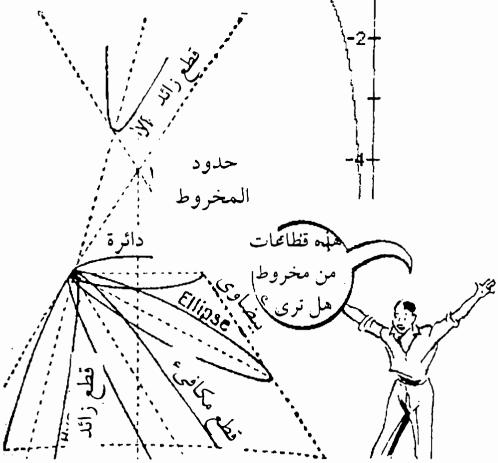
فتصف شكلاً بيضاوياً
والذى يشبه دائرة
مضغوطة فى أحد
الاتجاهات

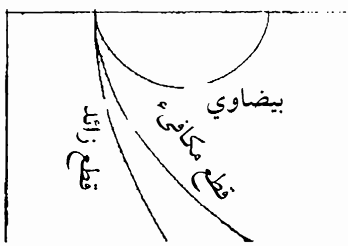




... وهى القطع الزائد الذى يتم تمثيله بواسطة المعادلة $\frac{س^2}{أ^2} - \frac{ص^2}{ب^2} = 1$. وإشارة السالب هى التى تقوم بكل أشكال الاختلافات حيث إن هذا المنحنى عبارة عن فرعين يزدادان بسرعة إلى ما لا نهاية







الدوال

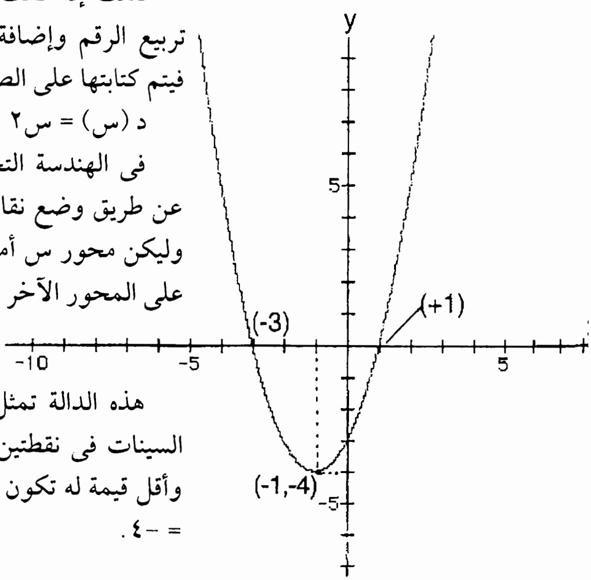
تقوم الدوال بإظهار صورة اعتماد أو علاقة متغير ما بمتغير أو متغيرات أخرى، فنقول إن ص هى دالة فى س أو أن ع هى دالة فى س و ص. (نستخدم الحروف فى آخر الأبجدية للتعبير عن المتغيرات، أما تلك فى بداية الأبجدية فتعبر عن الثوابت فى غالب الأحيان كما استخدمهم ديكارت).



لذلك إذا كانت قاعدة تعريف الدالة هى :
تربيع الرقم وإضافة ضعفه إليه ثم طرح ثلاثة فيتم كتابتها على الصورة

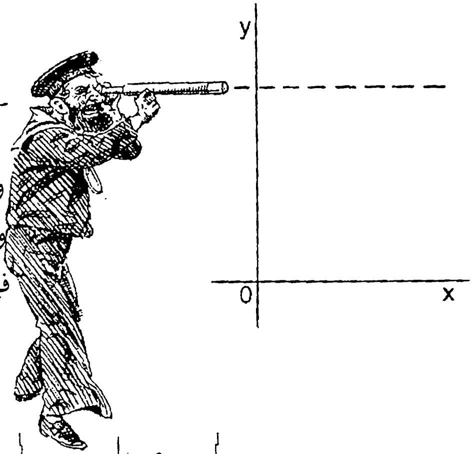
د (س) = س٢ + ٢ س −٣

فى الهندسة التحليلية يتم رسم هذه الدالة عن طريق وضع نقاط ل س على أحد المحاور وليكن محور س أما قيم الدالة المناظرة فتكون على المحور الآخر (محور ص).

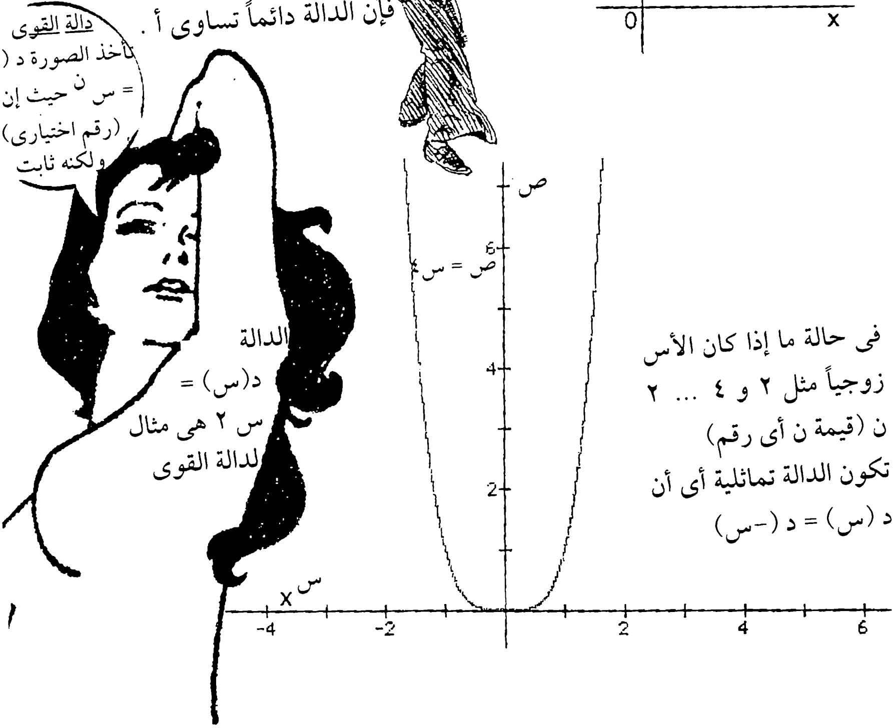


هذه الدالة تمثل قطعاً مكافئاً يقطع محور السينات فى نقطتين س = + ١ و س = − ٣ وأقل قيمة له تكون عند النقطة س = −١ و ص = −٤.

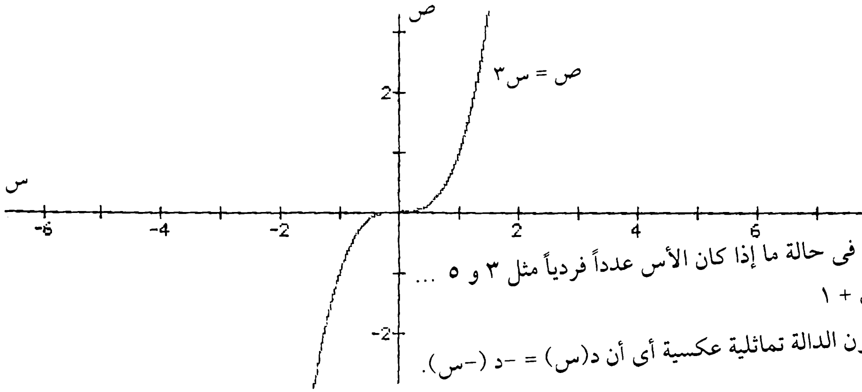
أبسط الدوال هى الدوال الثابتة



وتأخذ هذه الدوال الصورة د (س) = أ .
وهذا يعنى أنه بغض النظر عن قيمة س فإن الدالة دائماً تساوى أ .



فى حالة ما إذا كان الأس زوجياً مثل ٢ و ٤ ... ٢ ن (قيمة ن أى رقم)
تكون الدالة تماثلية أى أن
د (س) = د (–س)

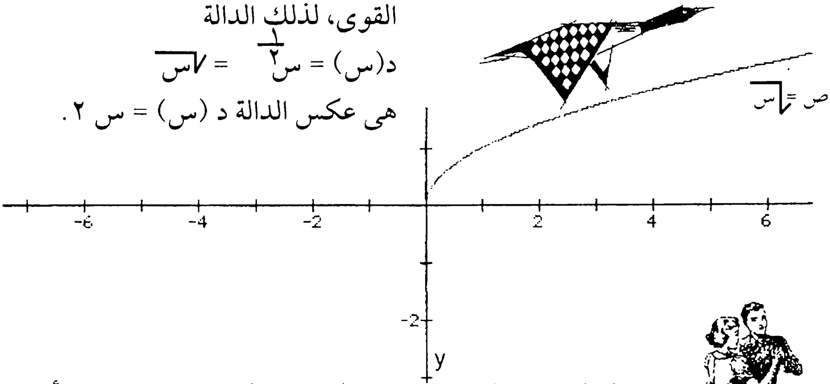


أما فى حالة ما إذا كان الأس عدداً فردياً مثل ٣ و ٥ ... ٢ن + ١
تكون الدالة تماثلية عكسية أى أن د(س) = –د (–س).

الدالة الجذرية هى عبارة عن «عكس» دالة القوى، لذلك الدالة

د(س) = س$^{\frac{1}{2}}$ = $\sqrt{س}$

هى عكس الدالة د (س) = س ٢ .



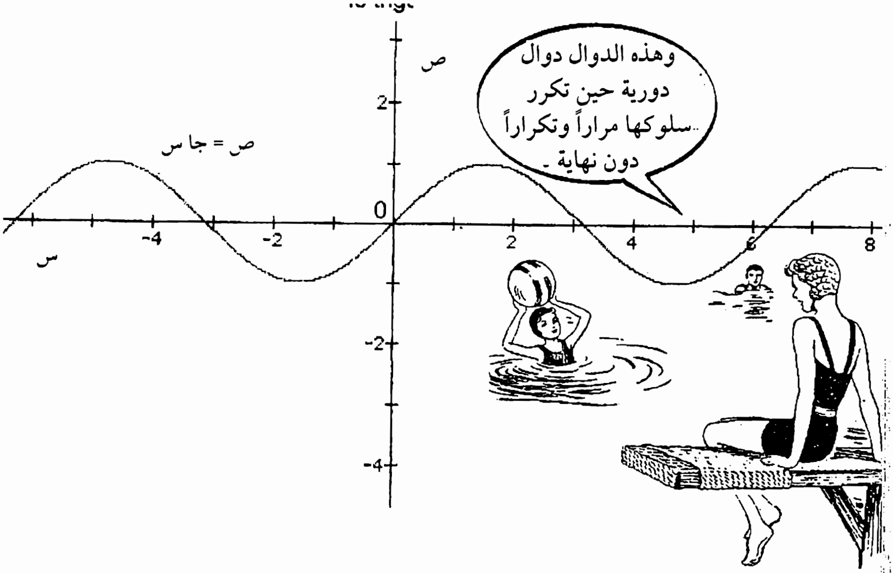


الدالة كثيرة الحدود يتم تمثيلها بواسطة عدد من الثوابت أ ، ب، جـ ، و، ... ومتغير واحد س الذى يتغير فى أسسه. لذلك الدالة كثيرة الحدود من الممكن أن تأخذ الصورة

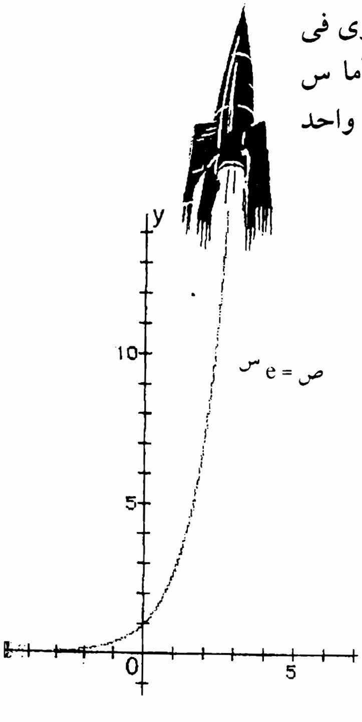
د(س) = أ س٣ + ب س ٢ + جـ س + د .

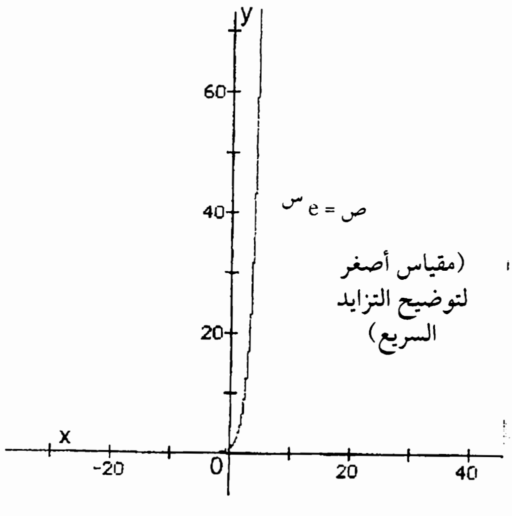


أما الدوال المثلثية فتستخدم النسب المثلثية مثل جا وجتا، وأحد هذه الدوال هى د (س) = جا س

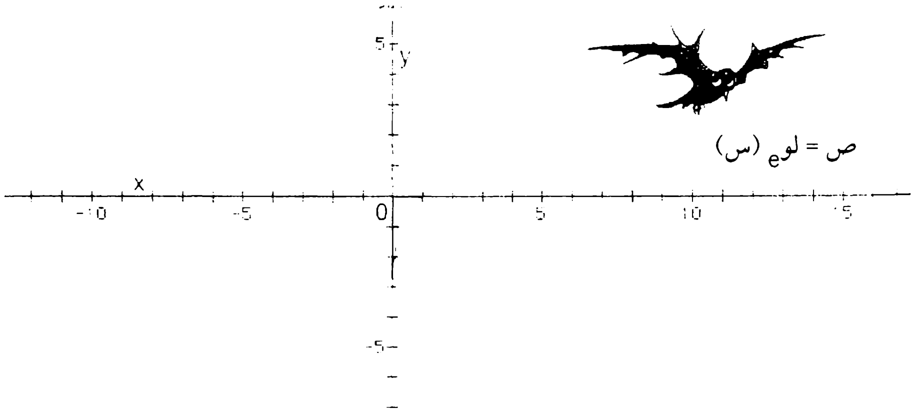


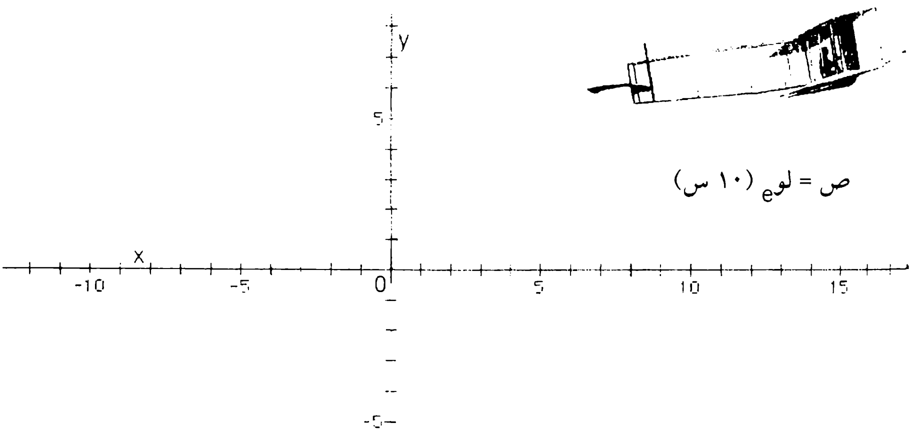
الدوال الأسية مثل د (س) = أ^{س} تختلف عن دالة القوى فى أن الرقم الثابت فى هذه الحالة يكون هو الأساس أما س فهو الأساس. والدوال الأسية ذات أساس أكبر من واحد تزداد بسرعة هائلة.





الدوال اللوغارتمية هى عكس الدالة الأسية وتكتب على الصورة د(س) = لوأ (س) ؛ ويسمى الرقم أ بأساس اللوغاريتم. وتتزايد هذه الدوال تزايداً بطيئاً جداً. ومثال تلك الدوال : لوأ (١٠ س) = لوأ (س) + لوأ (١٠)





واللوغاريتمات التى نستخدمها فى الجداول لها أساس عشرة. وفى الكمبيوتر (والذى يعمل بالحسابات الثنائية المبنية على الرقمين صفر وواحد) يكون الأساس المناسب هو اثنان. وفى حالة الرياضيات النظرية فإن الأساس المفضل هو :

ث = ٢,٧١٨٢٨٠٠٠

وهذا هو «أبو كل الأساسات» والذى يمثل الدالة الأسية د(س) = e ^{س} والتى لها معدل تزايد مساوٍ تماماً لحجمها.



الدوال هى أدوات التحليل الرئيسية التى تستخدم فى التفاضل والتكامل

التفاضل والتكامل



كانت أعمال ديكارت هى أوج عملية تحرير الجبر من الكلمات ، تماماً مثلما فعلت الهندسة اليونانية من تحرير الإنشاءات من الأرقام. وقد انطلق تطور الجبر بمجرد أن وضع ديكارت صيغة لوصف العلاقات الجبرية . وخلال أربعين عاماً من نشر الهندسة الجبرية لديكارت قام العالم الرياضى الفيلسوف الألمانى جونفريد ويليام فون ليبنز (١٦٤٦ ـ ١٧١٦) بابتكار جبر للانهاية. وهذا هو ما نسميه التفاضل والتكامل وهو أداة فعالة فى تحليل النمو والتغير بصفة عامة.

المتغير س

الدالة د (س)

المنحنى ص = د(س)

ميل المماس = المشتقة

دَ(س) = ء ص / ء س

المساحة تحت المنحنى بين

نقطتين س = أ و س = ب

د (س) = ء س

ليبنز



مكان الجسم المتحرك : س

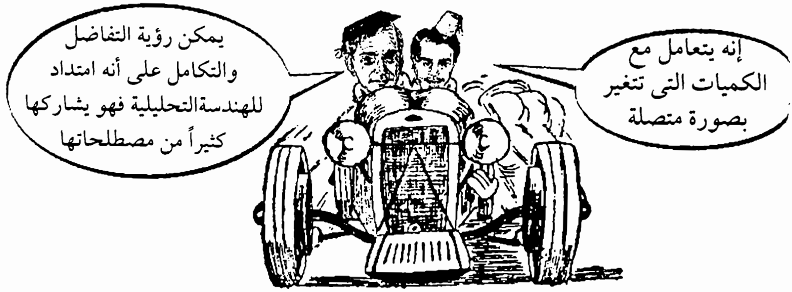
السرعة أو الجريان : س٠

نيوتن

أما السير إسحق نيوتن (١٦٤٢ ـ ١٧٢٧) فقد قام باكتشاف مماثل لذلك فى فترة سابقة نوعاً ما ولكنه قام فقط باستخدام ملاحظات ديكارت فى صورة موسعة بدلاً من الإضافة إليه لذلك فإن الصورة التى وضعها ليبنيز للتفاضل والتكامل هى الصورة السائدة هذه الأيام. لذلك فإن الفيلسوفين ديكارت وليبنيز هما اللذان وضعا الأفكار والملاحظات التى شكلت الرياضيات بعد ذلك.

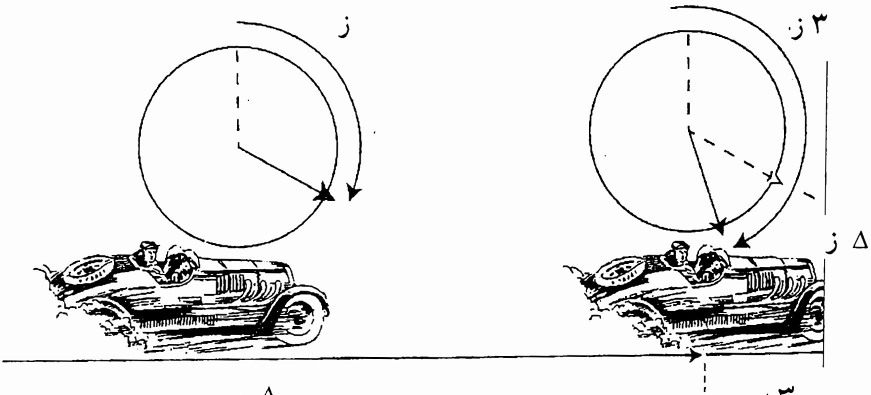


التفاضل



عمليةإيجاد كيفية تغير كمية ما تسمى التفاضل، فعندما نقوم بتفاضل دالة ما فإننا نحصل على معدل تغيرها .

فإذا أخذنا فى الاعتبار مركبة تسير فى طريق ما ، فإننا نجد أن موقعها يتغير بصورة متصلة على طول الطريق.وعند أى زمن ز يكون موقعها س متمثلاً بواسطة الدالة المتصلة س(ز).



٢ـ مع استمرار المركبة فى الحركة فإن موقعها سيتغير وليكن هو س+ Δ س وذلك بعد مرور برهة من الوقت Δ ز .

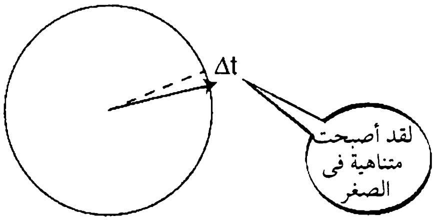
٤ـ تصل هذه المركبة إلى موقعها الجديد بعد مرور وقت عبارة عن مجموع الوقت الابتدائى ز بالإضافة إلى البرهة Δ زأى أن الوقت الكلى هو ز + Δ ز .

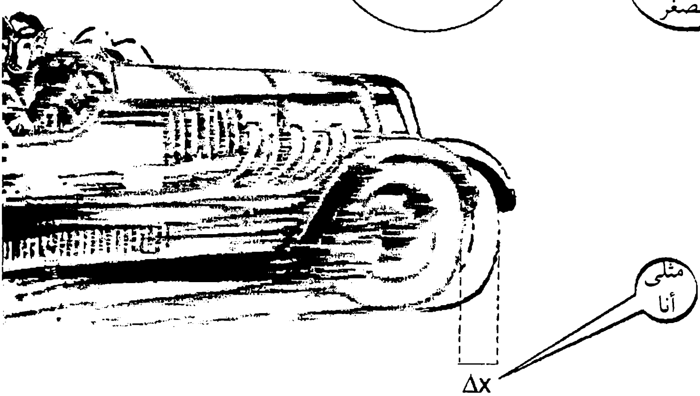
ما هى السرعة المتوسطة أو بعبارة أكثر فنية ما هى السرعة الاتجاهية المتوسطة لهذه المركبة ؟ هى عبارة عن المسافة المقطوعة مقسومة على الوقت اللازم لقطع هذه المسافة أى أنها :

$$\frac{\Delta \text{س}}{\Delta \text{ز}} = \frac{\text{د}(\text{ز} + \Delta \text{ز}) - \text{د}(\text{ز})}{\Delta \text{ز}}$$

وإذا افترضنا أننا نريد أن نعرف سرعةأي جسم متحرك عند أي لحظة ز أو معدل تغير س عند زمن معين ز ، نستطيع أن نحسب ذلك عن طريق تقليل الزيادة فى الزمن Δ ز بقدر الإمكان حتى تصل إلى الصفر .وفى هذه الحالة فإن نهاية السرعة المتوسطة $\frac{\Delta س}{\Delta ز}$ عندما تؤول Δ ز إلى الصفر تعرف بالسرعة المتجهة اللحظية ، وتكتب على الصورة :

$\frac{ء س}{ء ز}$ وتُعرف باسم مشتقة س.

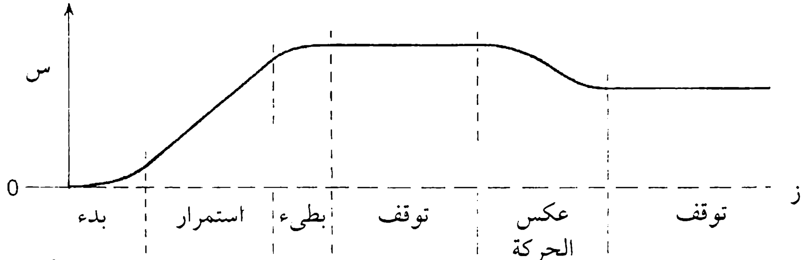




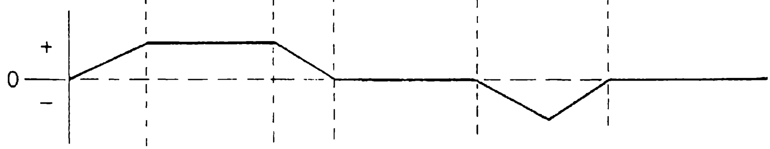




وإذا قمنا برسم س كدالة فى ز فإن المشتقة تعبر عن ميل المماس للمنحنى عند ز.

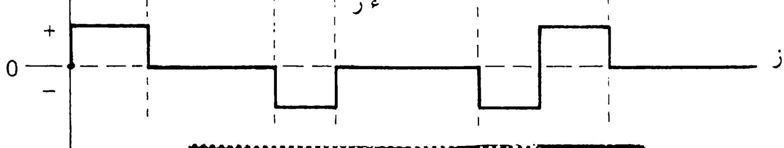


المشتقة الأولى : السرعة المتجهة = $\frac{ء س}{ء ز}$



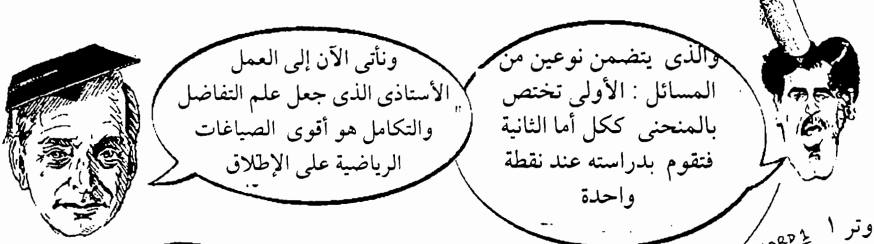
ويمكننا أيضاً القيام باشتقاق المشتقة لنحصل بذلك على المشتقة الثانية، وفى مثالنا هذا للمركبة على الطريق فإن المشتقة الثانية: تعطينا معدل تغير السرعة أو العجلة.

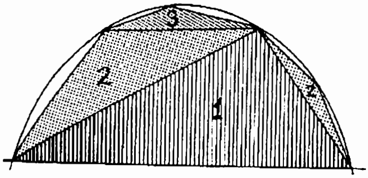
المشتقة الثانية العجلة= $\frac{ء^{٢} س}{ء ز^{٢}}$

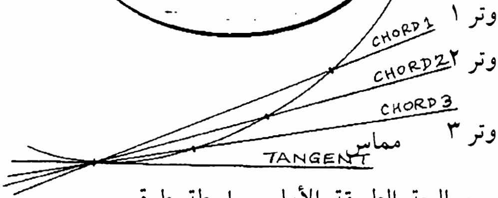




التكامل

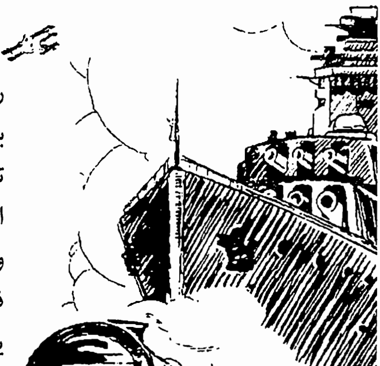




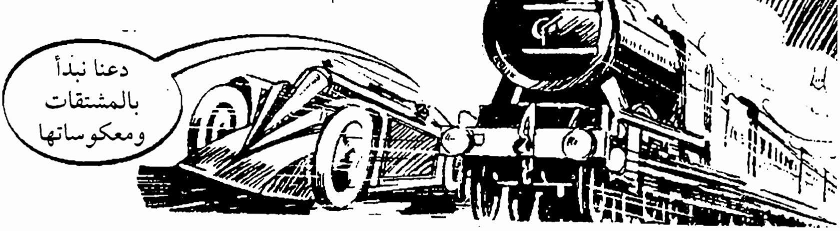


وتتم معالجة الطريقة الأولى بواسطة طرق تجزىء خاصة.

أما الطريقة الثانية فتتم معالجتها عن طريق رسم أوتار تمر بتلك النقطة.



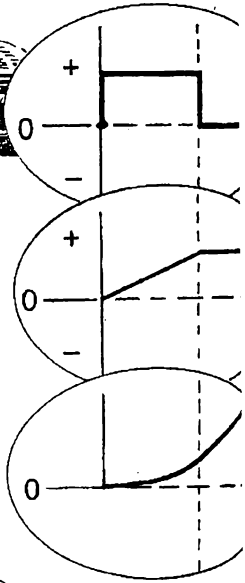
وبمجرد فهم أن المنحنيات هى عبارة عن رسومات للدوال فإن مسائل المساحة يمكن أن تُرى بوجهتى نظر مختلفتين. فى إحدى الطرق يمكن تجزىء المساحة بواسطة شرائح رفيعة رأسية أما الطريقة الأخرى فتعتبر أن المساحة هى دالة جديدة والتى لها مشتقة تساوى الدالة الأصلية. وعلى ذلك فإن هناك طريقة واحدة تتضمن المشتقة ومعكوسها يمكن أن تقوم بحل كلا نوعى المسائل.



ويمكننا توضيح مدى فاعليتها باستخدام مثال المركبة التى تتحرك على طريق ما والأشكال الثلاثة للمسافة والسرعة والعجلة.. وبدلاً من البدء بدالة المسافة تم القيام باشتقاقها دعنا نبدأ بالمشتقات ونعود بطريقة عكسية إلى دالة المسافة.

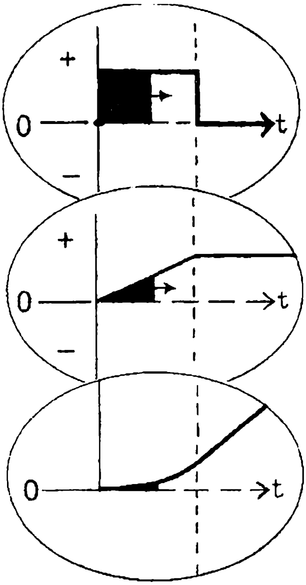






فى البداية ، على الجانب الأيسر من الشكل ، نجد أن العجلة موجبة والسرعة تزداد تماماً كما نبدأ بتحريك المركبة ، ونلاحظ أن العجلة الثابتة تؤدى إلى تكون منحنيات للسرعة على هيئة خط مستقيم، ومنحنى للمسافة على هيئة منحنى (أو قطع مكافىء).

والآن لاحظ مرة ثانية أن النقطة التى تتحرك بمرور الزمن على طول المحاور تقوم بعمل مساحة فى المنحنيين



السفليين ، وهذا هو مفتاح فهم التكامل بأكمله ، لذلك راقب جيداً عن قرب.

بالنسبة لمنحنى العجلة نلاحظ أن المساحة المتزايدة تقوم بمسح مستطيل وتزداد مساحته تناسبياً مع الوقت المقطوع ، وهذا تماماً هو نفس سلوك منحنى السرعة !

وبالنسبة لمنحنى السرعة فهو يمثل مثلثاً متزايداً وتزداد مساحته فى البداية ببطءٍ ثم بعد ذلك بسرعة أكبر، وذلك هو نفس سلوك منحنى المسافة !

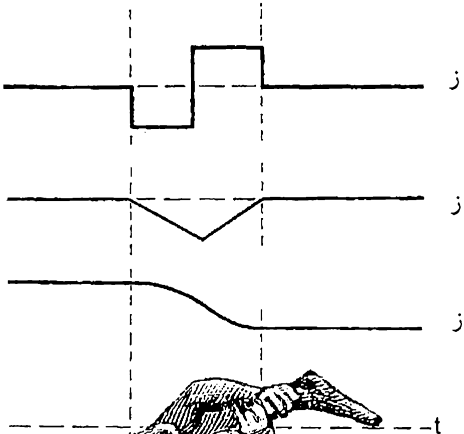
والذى نستنتجه من ذلك أنه إذا كانت دالة ما هى مشتقة دالة أخرى فإن هذه الدالة الثانية هى دالة المساحة للدالة الأولى.





وتستطيع محاولة هذه العملية بنفسك عن طريق ملاحظة ما يحدث عندما تعكس السيارة حركتها على الطريق، فى هذه الحالة تكون العجلة سالبة مما يؤدى إلى تكون مساحة سالبة (أسفل محور الزمن) وبالتالى تتجه السرعة إلى القيمة السالبة بمعدل ثابت. ونلاحظ أن المسافة تتناقص حيث يتم تمثيلها بقطع مكافىء مقلوب .

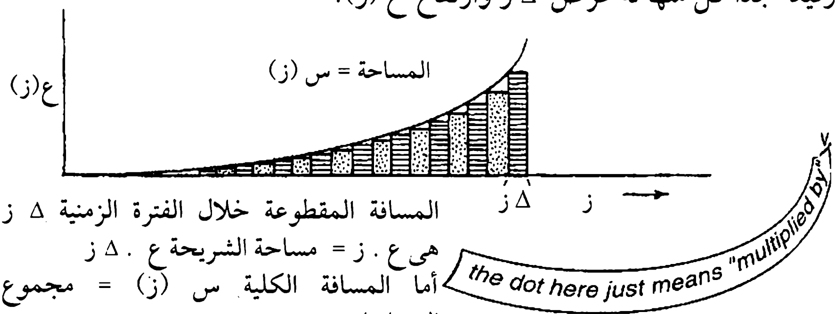
وعند توقف السيارة فإن العجلة تكون مساوية للصفر وكذلك السرعة وتأخذ المسافة قيمة ثابتة.







فإذا بدأنا بمنحنى السرعة ع(ز) وتخيلنا أن المساحة أسفل هذا المنحنى عبارة عن شرائح رفيعة جداً كل منها له عرض Δ ز وارتفاع ع (ز).



المسافة المقطوعة خلال الفترة الزمنية Δ ز هى ع . ز = مساحة الشريحة ع . Δ ز
أما المسافة الكلية س (ز) = مجموع المساحات ع. Δ ز

وكل من تلك الفترات تقوم بوصف المسافة المقطوعة بسرعة ثابتة ع خلال الفترة الزمنية ز

وبذلك فإن المساحة الكلية تحت المنحنى هى مج (كل الشرائح ع(ز) . Δ ز)





لكى نرجع إلى التعريف السابق وهو عكس المشتقة فإن كل ما نحتاج تخيله هو الشريحة الرقيقة السابقة وهى Δ س نفسها.

وحيث إن Δ س = ع . Δ ز.

$$\text{فإن} \quad \frac{\Delta \text{س}}{\Delta \text{ز}} = \frac{(\text{ع} . \Delta \text{ز})}{\Delta \text{ز}}$$

$$\text{ولذلك فإن} \quad \frac{\text{ء س}}{\text{ء ز}} = \text{ع (ز)}$$

وعلى ذلك فإن مشتقة الدالة المتكاملة التى تم تعريفها من خلال مجموع الشرائح هى نفسها الدالة التى تُعبر مساحاتها عن الدالة المتكاملة.

والآن من السهل أن نوجد مشتقات الدوال سواء إذا كان بصورة جبرية أو بواسطة بعض الدوال. ولإيجاد الصورة الجبرية لدالة المساحة فإننا نقوم بالبحث عن تلك الدالة التى تُعبر مشتقتها عن الدالة الأصلية ويتم اختزال المسائل التى تختص بدراسة خواص المنحنى ككل إلى مسائل أبسط تدرس خصائص المنحنى عند نقطة.



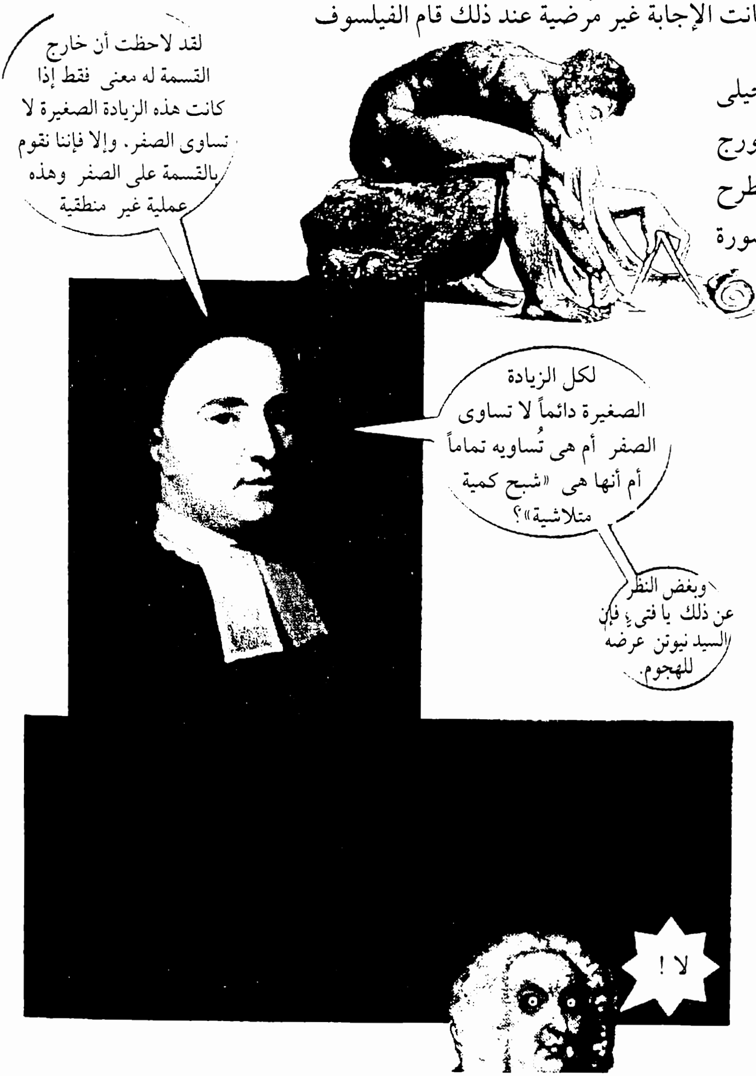


وقد تم تطبيق التفاضل والتكامل فى مجالى الميكانيكا والفلك.

وأدى استخدام المعادلات التفاضلية فى الفيزياء إلى نشأة الفيزياء الرياضية، بمساعدتها فقط استطعنا أن ندرس علوم الحرارة والطاقة والكهربية والمغناطيسية. يعتمد العلم الحديث،والذى يدعم التكنولوجيا المتقدمة، بصورة مباشرة تماماً على تفاضل والتكامل.

أسئلة بيركلى

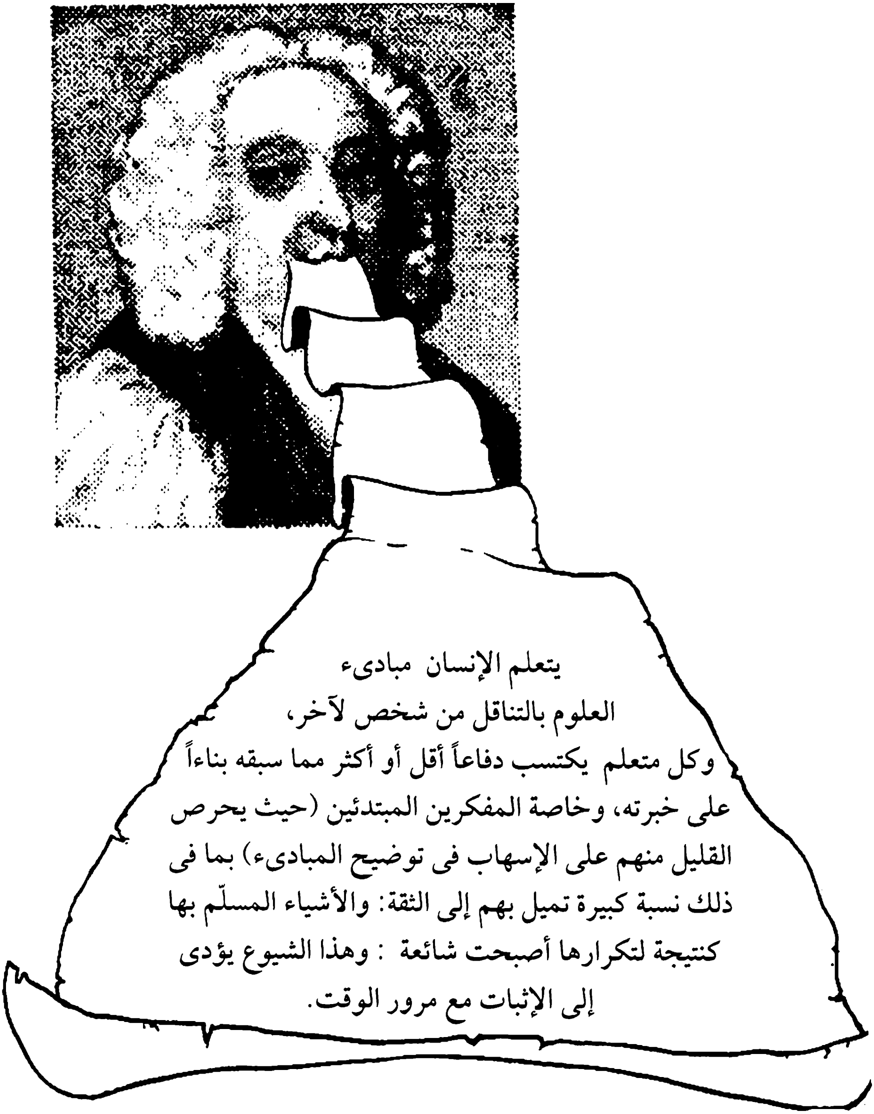
ماذا عن هذه الزيادة الصغيرة ولغز كيفية وصولها للصفر ؟ سأل الناس هذا السؤال فى وقت نيوتن وليبنيز وكانت الإجابة غير مُرضية عند ذلك قام الفيلسوف والأسقف الإنجيلى الأيرلندى جورج بيركلى بطرح الأسئلة فى صورة حادة جداً.



وكان هدف بيركلى هو توضيح أن الملحدين الذين طالبوا بسرعة إحلال الألغاز والخرافات الدينية بالعلم والعقل كانوا على درجة من الجهل العقائدى مثلهم مثل أسوأ علماء الدين.

وقد سأل فى افتتاحية كتيبه: «.. هل أن الأهداف والمبادىء والتداخلات الموجودة فى التحليل الحديث قد تم فهمها بوضوح وإثباتها بالدليل أكثر من الألغاز الدينية ونقاط الإيمان؟» وكانت الإجابة واضحة بالنسبة له...

وقد اتجه علماء الرياضيات إلى الإجابة على الأسئلة التى وردت فى كتيب بيركلى الذى أسماه «المحلل» وقد استخدم بيركلى هذه الإجابات ليواجه ارتباكاتهم بصرامة، وكان رده : إن دفاع أصحاب الأفكار الحرة فى الرياضيات يعتبر عملاً أستاذياً فى التحليل الحرج.



وقد حاول بيركلى أن يوضح أن تعلم حل المسائل فى الرياضيات والعلوم لا يساعدنا بالضرورة على فهم ما يدور حوله. وقد توقع صورة البحث العلمى الذى تم تطويره بواسطة ت. س . كون الذى قام بوصف «العلوم العادية» كعملية تدريب على «حل الألغاز» من خلال مثال (إطار التفكير) لم تتم الإجابة عليه وهو بالفعل لا يمكن الإجابة عليه طوال فترة عمله .وبالنسبة لكون العلم العادى فى الواقع عبارة عن تدريب لأصحاب العقول الضيقة، وعملية تدريس العلوم (بما فيها الرياضيات) هى بالضرورة شىء جازم بدون دليل.



إلـة أويـلـر

كان العالم السويسرى ليونارد أويلر (١٧٠٧ ـ ٨٣) أول من ربط بين الدوال الأسية والدوال المثلثية ووضع صيغة لعلاقتهم. كان لأويلر عبقرية غير عادية فى الرياضيات وهناك الكثير من القصص حول براعته الفائقة. وكان أويلر موظفاً فى بلاط قصر فريدريك ملك بروسيا حينما قابل الفيلسوف الفرنسى دينيس ديدروت (١٧١٣ ـ٨٤) الذى كان ملحداً متعصباً..

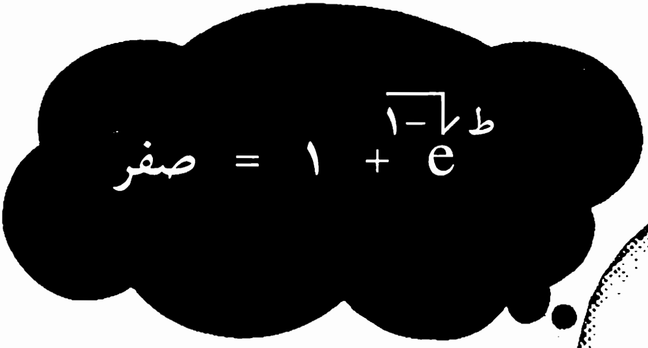


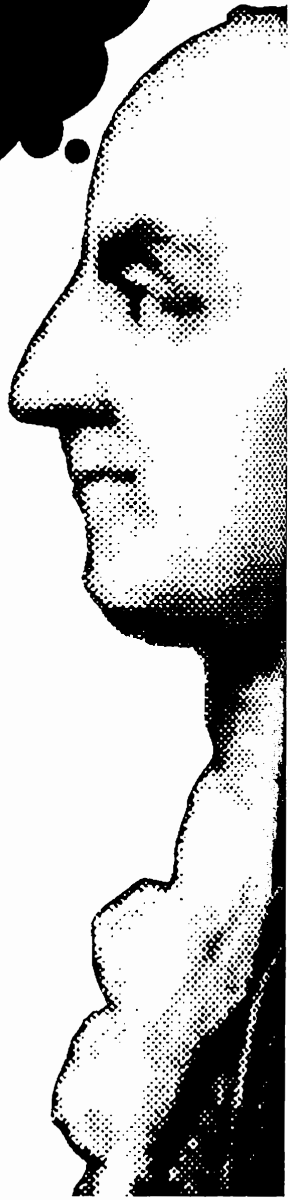
ولا تحتوى الصيغة التى ذكرت فى هذه القصة على شىء فى مضمونها، ولكن قام أويلر بتطوير معادلة من أجمل الصيغ فى الرياضيات كلها، والتى تجعل من يتعرض لها أن يتوقف أمامها ويفكر فيها بالتأكيد.

والصيغة التى وضعها أويلر هى تعبير لغزى مبهم والذى يقوم بربط الأرقام الخمسة الأساسية فى الكون.



$$e^{ط\sqrt{-١}} + ١ = \text{صفر}$$





وبالنظر إليهم بترتيب معكوس ،فأول ما نقابله هو الصفر شبه الرقم ذو الصفة اللغزية.

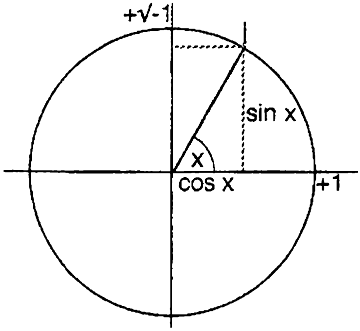
بعدها نجد ١ ، الوحدة ، أساس كل الأرقام.

ثم يظهر لنا سالب واحد تحت الجذر التربيعى ($\sqrt{-١}$ الذى يسمى «ت») وهو الوحدة الأساسية فى «الأعداد التخيلية» والتى أذهلت العديد من الثقافات والحضارات. بعد ذلك نجد أقدم الثوابت الرياضية، ط، الذى يقيس النسبة بين محيط الدائرة وقطرها. أما آخر رقم وهو أحدث ما تم اكتشافه ، الرقم المبهم، e ، وهو أساس النمو الأسى الطبيعى.

هل كان من الممكن استنتاج علاقة مثل هذه بالتجربة أياً كان طول تكرارها؟

وفى الواقع، فإن صيغة أويلر الرائعة جداً قد نتجت من دالة (قد اكتشفها هو) تربط بين الأعداد المركبة والدوال المثلثية التى اكتشفها علماء الرياضيات المسلمون (انظر صفحة ٩١).

وقد لاحظنا أن الدالة $e^{\text{س}}$ لها منحنى يتزايد بسرعة كبيرة، وعلى العكس فإن $e^{\sqrt{-1}\,\text{س}}$ يمثل دائرة ! ونصف قطر هذه الدائرة هو الوحدة أما س فهى الزاوية التى يصنعها الخط الواصل من نقطة الأصل إلى أى نقطة. وتزداد قيمة س من صفر إلى ٢ ط مع تحرك النقطة على الدائرة. ولكن إذا نظرنا إلى هذه الصيغة من وجهة نظر حساب المثلثات نجد أن $e^{\sqrt{-1}\,\text{س}}$ هو عبارة عن

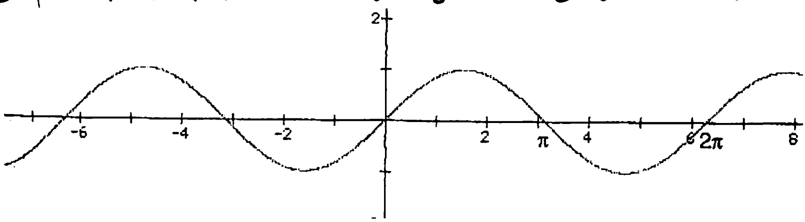


عدد مركب الجزء «الحقيقى» فيه هو جتا س أما الجزء «التخيلى» فهو جا س.

لذلك يمكننا كتابه $e^{\text{ت س}}$ = جتا س + ت جا س،حيث ت هو الرمز الشائع لـ $\sqrt{-1}$.

ماذا لو انحدرت النقطة على الدائرة مرة أخرى ، نجد أن الزاوية س تستمر فى الزيادة، هذا يعنى أن الدوال $e^{\text{ت س}}$ وجتا س وجا س تستمر فى تكرار نفسها. ويقال إن هذه الدوال دوال دورية . ويتم تمثيل منحنى ص = جا س على الصورة :

ويشابه هذا العديد من الظواهر التى إما أن تكون تبادلية بالنسبة للزمن مثل التيار الكهربى ، أو الموجات المنتشرة فى الفضاء مثل الصوت. ودوال الجيب وجيب التمام هى الوحدات



البنائية فى كل صور الموجات المعقدة التى تحمل رسائل ما. والقيام بالرياضيات بواسطة دوال الجيب أو جيب التمام عن طريق استخدام الصيغة «الأسية التخيلية» تقوم بتحويل الحسابات المرهقة إلى تمرينات مرتبة وسهلة.



علوم الهندسة اللا إقليدية



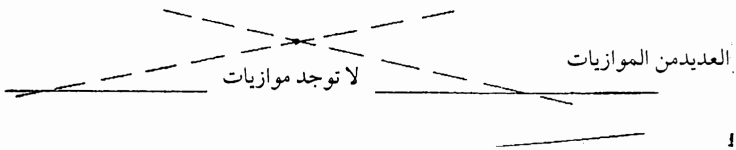
رأينا أن إقليدس استنتج كل هندسته من «ملاحظات شائعة» قليلة «وافتراضات» ذاتية الدلائل،ولكن واحدة من هذه الافتراضات والتى تختص بالخطوط المتوازية تبدو مشابهة للنظرية لدرجة كبيرة وقد شكل نظام إقليدس هذا ارتباكاً على مر العصور غير أنه قابل شكوكاً فى صحته واكتماله.

وبعد ذلك أصبح هذا النظام أساساً لمرجلة عظيمة فى تاريخ التخيل الرياضى وهى ابتكار الهندسة اللاإقليدية .

وقد تم ابتداع هذه الهندسة بواسطة العديد من الأشخاص، ولكن أول من قام بذلك لم يكن يعرف أنه يسير فى اتجاه هذه الهندسة . كان هذا هو عالم الرياضيات المسيحى ج ساكتشيرى والذى نوى أن ينهى كل هذه المراوغات نهائياً. وقد حاول فى كتابه «تحرير كل العيوب بواسطة إقليدس» فى عام ١٧٣٣ أن يوضح أنه من المستحيل التعامل مع الهندسةبدون «فرض التوازى».



ولم يكن هناك أى شىء خطأ فى النتائج، وتم تكرارها فى وقت لاحق بواسطة المخترعين الحقيقيين الذين كانوا يعرفون ماذا يفعلون.
هناك العديد من الطرق التى يتم بها التعبير عن مبدأ التوازى.وبالنسبة لنا فتكون طريقة التعبير كالتالى : إذا أخذنا فى الاعتبار خطاً مستقيماً وكانت هناك نقطة خارجة عنه فإنه يوجد خط واحد وواحد فقط يمر بهذه النقطة ويوازى ذلك الخط فى نفس الوقت ، وإذا لم يتم قبول هذا التعريف تكون النتيجة : إما أن يكون لدينا أكثر من خط يحمل هذه الخاصية أو ألا يكون هناك أى خط على الإطلاق يوازى الخط الأول.



فى البداية تم التحقق من فكرة العديد من الموازيات بواسطة كل من عالم الرياضيات المجرى جانوس بولاى (١٨٠٦ ـ ٦٠) وعالم الرياضيات الروسى نيقولاى لوبا شيفسكى (١٧٩٢ ـ ١٨٥٦)كل على حدة وفى ذات الوقت تقريباً .وبعد ذلك قام العالم الألمانى جورج ريمان (١٨٢٦ ـ ٦٦) بالتحقق من فكرة عدم وجود موازيات . وفى النهاية تم التحقق من أن هذا النوع من الهندسة من الممكن أن يتم بواسطة إنشاءات فى أنواع خاصة من الأسطح. فبالنسبة لهندسة ريمان تعتبر الكرة مثالاً جيداً إذا اعتبرنا أن الخط عبارة عن دائرة عظمى، وهو المنحنى على سطح الكرة الناشىء عن تقاطع مستو يمر بمركز الكرة مع سطحها. ويلاحظ أن أى دائرتين عظميين تتقاطعان فى نقطتين وعلى ذلك فلاً يوجد أى موازيات.

لوبا شيفسكى





والخط هو أقصرمسافة بين نقطتين .وقد اتضح أن هناك العديد من الموازيات ، وهى الخطوط التى لا تتلاقى أبداً مع ذلك الخط.

وقد وضح اعتياد الناس على علوم الهندسة اللاإقليدية ضعف المقولة بأن الرياضيات تخبرنا بالحقائق المنطقية . ولكن هذا التفكير التطورى أخذ وقتاً طويلاً لكى يتلاءم معه الناس.

الفضاءات نونية(★) الأبعاد

هناك تطور آخر معاكس للبديهة فى الهندسة وهو دراسة الفضاء الذى له أبعاد أكثر من ثلاثة . وامتداد نظام ديكارت للهندسة الجبرية بحيث يتم وضع أبعاد أكثر وضوحاً ومباشرة. فبدلاً من أن يتم التعبير عن موقع نقطة فى المستوى بواسطة الأبعاد (س،ص)يتم التعبير عنها فى هذه «الفضاءات الزائدة» بواسطة الأبعاد(س$_1$ ، س$_2$ ،.... س$_ن$). وبالطبع تختلف خصائص المنحنيات فى هذه الفضاءات الزائدة عن تلك المرسومة فى بعْدين أو ثلاثة، ولكن الاعتقاد بوجود تلك الفضاءات متعددة الأبعاد لا يشكل أى صعوبة بالنسبة لنا فى هذه الأيام.



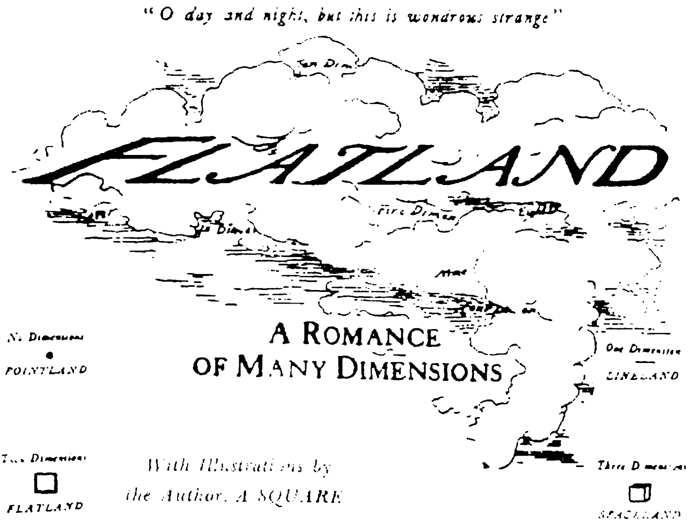
فى العصر الفيكتورى كان الأمر مختلفاً جداً.

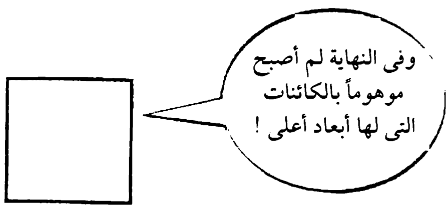
(★) لها عدد ن من الأبعاد فى الغالب يكون أكثر من ثلاثة. (المترجم).

وتمت كتابة عمل جيد عن الخيال الرياضي والنقد الاجتماعي يهتم بهذه الفكرة وهو يسمى «الأرض المستوية Flatland» وهذا العمل يصف مجتمعاً من الأشخاص الفعليين الذين يعيشون فى مستوى ، وهذا مشابه تماماً لفترة العصر الفيكتورى حيث كانت حالة الفرد الاجتماعية تعتمد على عدد«جوانب الشخص Person's sides» حيث كان للطبقة العليا أربعة جوانب وللأرستوقراطيين العديد والعمال ثلاثة، أما النساء فكانت لهم مجرد إبرة!

وكان «المربع»البطل الذى لديه خبرة بالأبعاد الثلاثة من خلال علاقة الصداقة التى تربطه بالكرة . وكان هذا الكائن يظهر لسكان هذه الأرض كل خمسمائة سنة على هيئة دائرة التى تبدأ من نقطة ثم تنمو ليزداد حجمها وبعد ذلك تتضاءل ثم تختفى. والذى لم يكن مفهوماً بالنسبة لقاطنى هذا المكان هوالكرة التى تمر عبر مستواهم .فهذه الكرة تصادف المربع وتأخذه فى رحلة عبر الفضاء وتعرض عليه الأرض الخطية والأرض النقطية الآهل بمخلوقات راضية نوعاً ما. وتقوم كذلك بإطلاعه على الحياة الخاصة لسكان الأرض المستوية. ويعانى المربع كثيراً فى رحلة عودته حيث إنه يحاول أن يصف الفضاء ولكنه يعجز عن توضيحه لأصدقائه ، الذين يظنون أنه منزعج.







إيفاريست جالوا

فى أثناء القرن التاسع عشر ازدادت قوة وعمومية العبر، فقد أصبح متأصلاً فى شكليته وصياغته .وبالتدريج بدأت فكرة أن أنظمة الصياغة تستطيع أن تشير إلى أشياء أخرى غير الأرقام والعمليات الحسابية عليها. وقد تم اتخاذ خطوة للأمام فى هذا المجال بواسطة العالم الرياضى الفرنسى إيفاريست جالوا (١٨١١ ـ ٣٢) وهو بدون شك واحداً من أهم الشخصيات البارزة فى تاريخ علم الرياضيات. وقد كان واحداً من الجمهوريين الغيورين فى وقت فيه العديد من الصراعات السياسية. وقد كان ضحية عوامل الغضب الثورية ، وقد قتل فى ريعان شبابه وعمره ٢١سنة . وفى آخر ليلة قبل وفاته قام بكتابة مخطوطة تحتوى على كل أفكاره .و قد اختفت هذه المخطوطة فى البداية ثم بعد ذلك ظهرت ونُشرت بعد خمسة عشر عاماً من وفاته.

وقد قام جالوا بمناقشة مشكلة قديمة وهى إيجاد جذور المعادلة الخماسية س٥ +....= صفر .وفى وقته اجتمعت كل الآراء على استحالة هذه العملية ولكن لم يقم أحد بإثبات ذلك.





المجموعات



المجموعات هى تكوينات رياضية يتم تعريفها بواسطة عناصر وبعض قواعد الاندماج. ويمكن اعتبارهم أنهم أنظمة حسابات ولكن بدون أرقام، فلا توجد علاقة بين عناصر تلك المجموعات وبين القياس أو العد وكذلك فهى ليست أرقاماً بالمعنى الطبيعى للكلمة. وقد أوضح جالوا أن هناك تتابعاً من العمليات التى تسلك نفس سلوك الجمع.

وهذه التتابعات لها القليل من الخصائص التى تُعَرفها.

١ـ لكل عنصرين يوجد عنصر ثالث ينتج من اندماجهم، مثل :٢+٢ = ٤ .

٢ـ هناك عنصر يسمى بعنصر «الوحدة» وهو لا يغير العنصر الذى يندمج معه مثل : ٢+ ٠ =٢ .

٣ـ كل عنصر له «معكوس» والذى عندما يندمج معه ينتج عنصر الوحدة مثل ٢+(-٢)= صفر .



وكمثال لأحد المجموعات ، وهى أحد الأمثلة البسيطة جداً التى قدمها جالوا ، نأخذ فى الاعتبار الأربعة أشكال المسماة.

a b c d

وهذه ليست عناصر المجموعة ، ولكن عناصر المجموعة تتكون من عملية تدوير هذه الأشكال الأربعة. وإذا تخيلنا عملية تدوير بينهم إما عن طريق تدوير واحد فقط

مثل : b c d a

أو اثنان مثل: c d a b

أو ثلاثة مثل:

d a b c



وإذا أسمينا عمليات التدوير هذه I,C,B,A فإن C+A يعتبر تدوير ١+٣ أماكن أو ٤ أماكن وهو مساو لعنصر تدوير الوحدة I ! ومن الممكن أن نكون جدولاً لجمع هذه العناصر بكل الصور.



	I	A	B	C
I	I	A	B	C
A	A	B	C	I
B	B	C	I	A
C	C	I	A	B

وبالرغم من أن هذا المثال تافه إلى حدٍّ ما إلا أنه يحتوى على فكرة فعالة ، وهى أن علماء الرياضيات من الممكن أن يلاحظوا أى نظام عمليات عن طريق «جدول الجمع» . ونحن لسنا بحاجة إلى أمثلة إما فى الحالة الفيزيائية مثل الحركة أو الجبرية مثل جذور المعادلات. وهذا الهيكل البنائى يقوم بتعريف نفسه ،ومثل هذه الهياكل البنائية والتى لا يلزم أن تكون مجموعات ومن الممكن أن نجد مجموعات اندماج أخرى وربما تظهر جداول لعملية الضرب أيضاً.

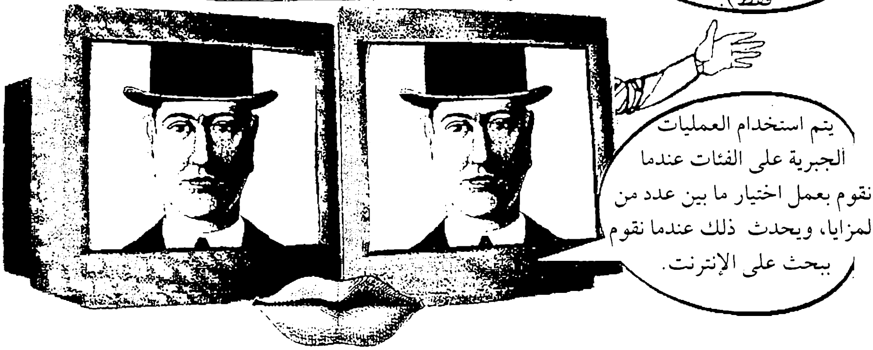
العمليات الجبرية على الفئات

بعد ذلك تمت دراسة أنواع أخرى من العمليات ، وأشهر تلك العمليات قام بتطويرها عالم الرياضيات البريطانى جورج بول (١٨١٥ـ ٦٤) . وقد سمع بول بتطبيق الطرق الرياضية لكينونات غير كمية مثل الافتراضات المنطقية.



وفى صيغته الحديثة، يسمى الفرع «بالعمليات الجبرية على الفئات».





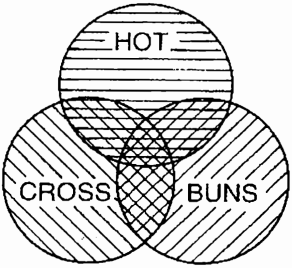
لنفترض أننا نبحث عن Hot Cross Buns فإننا نقوم بكتابة الكلمات الاسترشادية.

Hot Cross Buns

ويقوم محرك البحث بسؤالنا عما إذا كنا نريد المواقع التى بها

أى الكلمات الاسترشادية   أو   كل الكلمات الاسترشادية

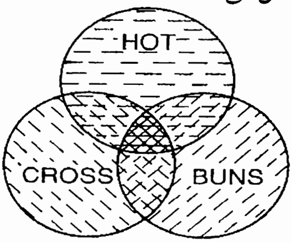
والاختيار الأول يعطينا كل المواقع التى تحتوى على Hot أو Cross أو Buns ويتم تمثيل ذلك بواسطة أشكال «فن» على الصورة :





ويعنى هذا بلغة الفئات (Hot) + (Cross) + (Buns) . وهذا يعنى أنه يولد الكثير من المواقع التى لها الكثير من الاهتمامات وهى ليست بالضرورة ذات صلة بما نريد.

ولكن إذا كنا نريد "Hot Cross Buns" فقط فهذا يعنى أننا سنحصل على المواقع التى تحتوى على كل من Hot و Cross وBuns ويصبح شكل فن فى هذه الحالة :



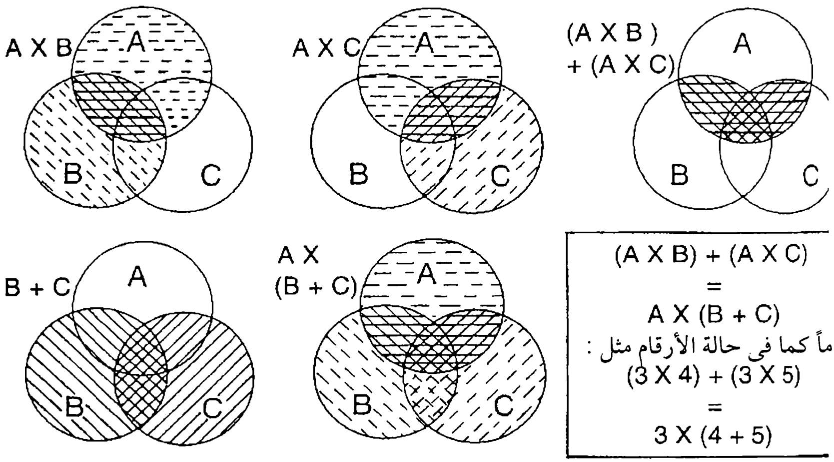
والذى يعنى بلغة الفئات (Hot) × (Cross) × (Buns) لذلك سنحصل على "Hot Cross Buns" ولا شىء غيرها.



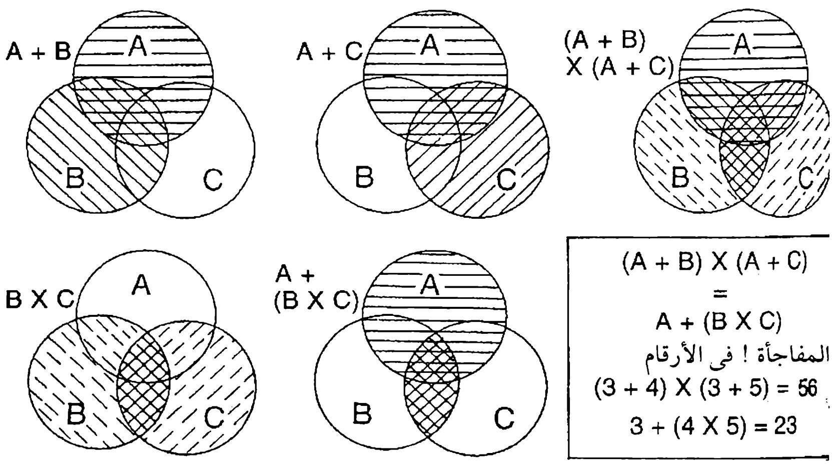
والعمليات الجبرية على الفئات شيقة جداً وذلك لأنها على عكس الحسابات تحتوى على نوعى علاقات «التوزيع».

$C X A = (C+B) X A$ وكذلك $C + A = (C X B) + A$

والحالة الأولى تتماشى مع الحسابات العادية ولكن الثانية لا تتماشى . أما فى حالة الفئات حيث تعنى "X" التقاطع و«+» اتحاد تتماشى كلتا الحالتين من خلال التوضيح المبين بواسطة «أشكال «فن» وها هو«قانون التوزيع» الذى يتحقق بالنسبة للأرقام.



والآن وللمفاجأة



ومثل هذه الأمثلة أعطت علماء الرياضيات مدى فهم عظيم لتخيلهم. فالحسابات التى يقوم بدراستها علماء الرياضيات أصبحت متزايدة فى اختلافها عما نعرفه عن الأرقام.

كانتور والفئات



بينما انشغل البعض بالأرقام كان البعض الآخر مهتماً باللانهائيات .والفئات الموصوفة بكونها لانهائية فى الحقيقة ثم تركها للرموز الرياضية واللغزية.

وقد توجه عالم الرياضيات الألمانى جورج كانتور (١٨٤٥ ـ ١٩١٨) إلى ترويض اللانهاية.

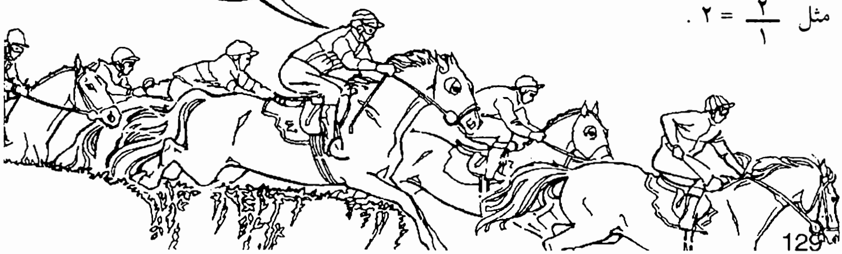
وقد وضع مخطط لِعدِّ الأرقام الكسرية عن طريق وضعهم فى منظومة مثل هذه .

1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
1/2	2/2	3/2	4/2	5/2	
1/3	2/3	3/3	4/3		
1/4	2/4	3/4			
1/5	2/5				
1/6					

وها هى القاعدة التى يتم من خلالها إحصاء كل الكسور

لاحظ كيف تبدأ الأسهم ، فى البداية من المربع فى أعلى اليسار، ثم على طول القطر أسفل إلى اليسار ، من $\frac{٢}{١}$ ثم $\frac{٣}{١}$ وهكذا. وأثناء استمرارك لاحظ إذا كان هناك رقم قد تم عَدُّه بالفعل (مثل $\frac{٢}{٤}$ = $\frac{١}{٢}$) وقم بحذفه. أيضاً قم باختصار الكسور إلى أبسط صورة مثل $\frac{٢}{١}$ = ٢ .







يتكون لدينا الآن هذا التتابع

١ ، ٢ ، $\frac{١}{٢}$ ، ٣ ، $\frac{١}{٣}$ ، ٤ ، $\frac{٣}{٢}$ ، $\frac{٢}{٣}$ ، $\frac{١}{٤}$ ، ٥ ....

ويبدو هذا وكأنك تقوم بتجميع الكسور التى يساوى مجموع بسطها ومقامها ٢ ثم ٣ ثم ٤ وهكذا على الترتيب وفى كل مرة تبدأ بأكبر رقم . وبهذه الطريقة سوف نصل إلى أى رقم كسراً كان أو صحيحاً إن عاجلاً أو آجلاً.

وبالمثل من الممكن أن نحصى الأرقام التى تحل المعادلات الجبرية مثل :

$\sqrt{٢}$ و $\sqrt{-١}$



وقد أثبتت أعمال كانتور عكس ما كان يقصد ، حيث إنه وجد أن الأعداد الحقيقية لا يمكن أن تُحصى. وقد قام بإثبات ذلك على عدد قليل من الخطوط ، ولكن عليك أن تراقب عن قرب !

افترض أننا قمنا بإحصاء كل الأرقام مثل الكسور والأرقام الجبرية، فإن هناك قائمة لا نهائية لهذه الأرقام مشابهة لما حصلنا عليه قبل ذلك للكسور والآن من الواضح أن الأرقام لا تظهر في ترتيب حسب جمعها..

وللتبسيط سنأخذ فى اعتبارنا فقط الأرقام بين صفر وواحد، فإن هذه القائمة ربما تكون على الشكل

ن$_1$ = ,٧١٦٦٩٣٢...

ن$_2$ = ,٤٢٢٥٨٩٦...

ن$_3$ = ,٧٧٩٦٤١٩...

ن$_4$ = ,٣٢٢٨٩٥٢...



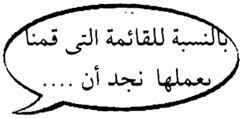
وتوضح النقاط بجوار خانات الرقم أنه يستمر دون حد.

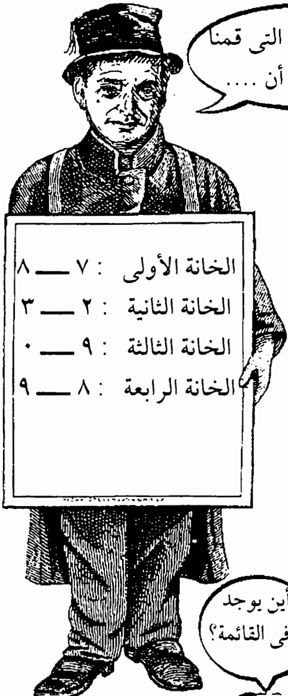
أما خط النقاط بعد ن$_4$ يوضح أن تتابع الأرقام أيضاً يستمر دون حد.





كيف يمكننا إنشاء رقم غير موجود فى هذه القائمة ؟ حسناً افترض أن هناك رقماً ما مختلفاً فى الخانة الأولى مع الرقم الأول، وفى الخانة الثانية مع الرقم الثانى، والخانة الثالثة مع الثالث وهكذا . ويمكننا فعل ذلك إذا كانت كل خانة فى هذا الرقم تزداد بمقدار واحد عن خانة الرقم الموجود فى القائمة.





وكما نستطيع أن نلاحظ فإن الأرقام التى وضعتها تأخذ الصورة العشوائية ، ومن الممكن أن تكون مختلفة تماماً ولا يغير ذلك من نقاشنا.

لذلك الرقم الجديد الذى من الممكن أن نسميه الغريب يأخذ الصورة غ= ٨٣٠٩٠٠٠ ,

وها هو أسلوب البحث



وقد تعامل كانتور مع نوعين من اللانهاية : الأرقام المعدودة.
(مثل الأرقام العادية) والنقاط الواقعة على خط ما . ما هو مدى ارتباطهم ببعض؟بعدذلك
تمكن من الحصول على طريقة لوصف الرتب الأعلى من اللانهائية بطريقة عامة.
وبالنسبة لهذه النقطة سنقوم بدراسة فكرة الفئة الجزئية . إذا كانت لدينا فئة مكونة من
ثلاثة عناصر c,b,a فإن فئاتها الجزئية هى الأزواج bc,ab و ac والعناصر الفردية
c,b,aوالفئة الفارغة وكذلك الفئة الأصلية ذاتها.

abc	a	b	c	ab	ac	bc	

وبحساب عدد هذه الفئات نجد أنه ثمانى فئات أو ٢^٣ .وهذه الفئة الجديدة تسمى فئة
القوى (أو الأس) للفئة الأصلية ، وإذا كانت الفئة الأصلية تحتوى على عدد ن من العناصر
ن فئة القوى تحتوى على ٢^ن عنصر.

وبهذه الطريقة استطاع كانتور أن يكون فئات كبيرة جداً عن طريق تكوين فئة القوى
واحدة تلو الأخرى (أى يحسبها لواحدة ثم يحسب فئة القوى لفئة القوى وهكذا) .وقد
ضع رمزاً جديداً لحجم هذه الفئات .
لكونه يهودياً فقد فضل استخدام
لحرف العبرى القديم ℵ (Aleph)
على ذلك إذا كانت فئات
المعدودات لها حجم ٥
ن فئة القوى لها تكون
ℵ هكذا.



مستحيل

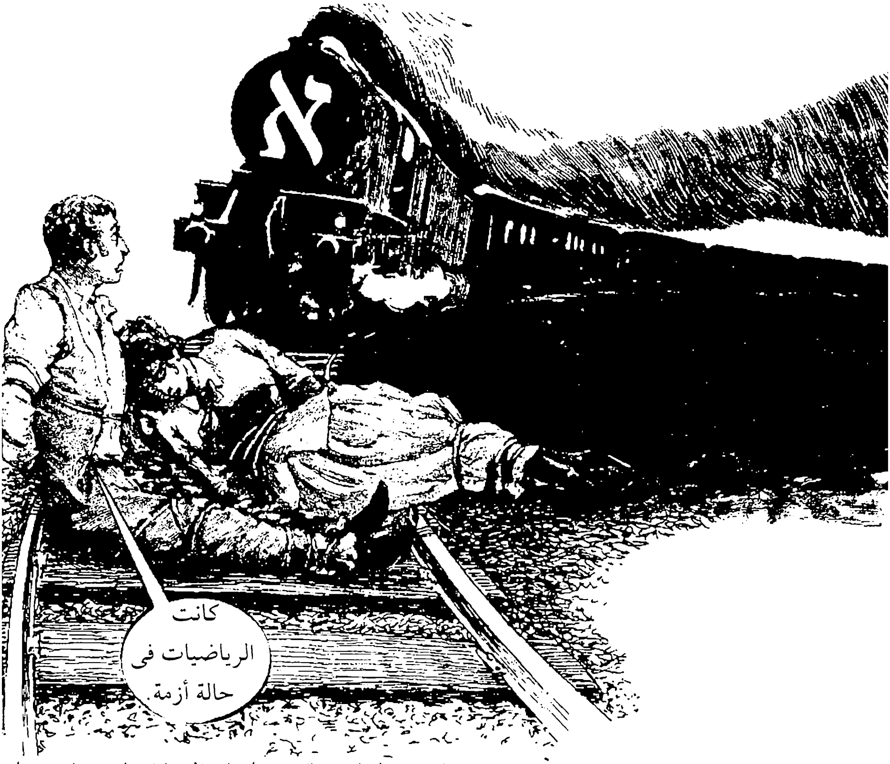


وإذا كنا نتحدث عن الفئات بهذه الصورة العامة ، فلا يوجد شيء يمنعنا من الإشارة إلى فئة كل الفئات والتى لها معنى لغوى ، أليس كذلك؟ وهذه الفئة لا بد أن تكون أكبر الفئات على الإطلاق ويتم تعريفها من خلال $\aleph_S$ معينة ولتكن $\aleph_{S_F}$. ولكن مثل أى فئة أخرى ما يوجد لهذه الفئة فئة قوى يعطى رقمها على الصورة ٢ $\aleph_{S_F}$ ومن المؤكد أنه أكبر من $\aleph_{S_F}$ لذلك ما قمنا بتعريفها على أنها أكبر الفئات على الإطلاق يتولد منها فئة أكبر ، وهذه الفكرة تحوى تناقضاً ذاتياً !



أزمة فى الرياضيات

قدَّم تناقض اللانهاية الذى تم اكتشافه بواسطة كانتور تحدياً جديداً لعلماء الرياضيات .وهذا لا يشابه التحديات الرياضية السابقة مثل $\sqrt{-1}$ أو $\frac{ءس}{ءز}$ ، ولكن على هذه الحالة يوجد تعارض ذاتى واضح. وقد تم إثبات أن هذه التناقضات لا تختلف فى تفاصيلها عن الرياضيات الاصطلاحية.



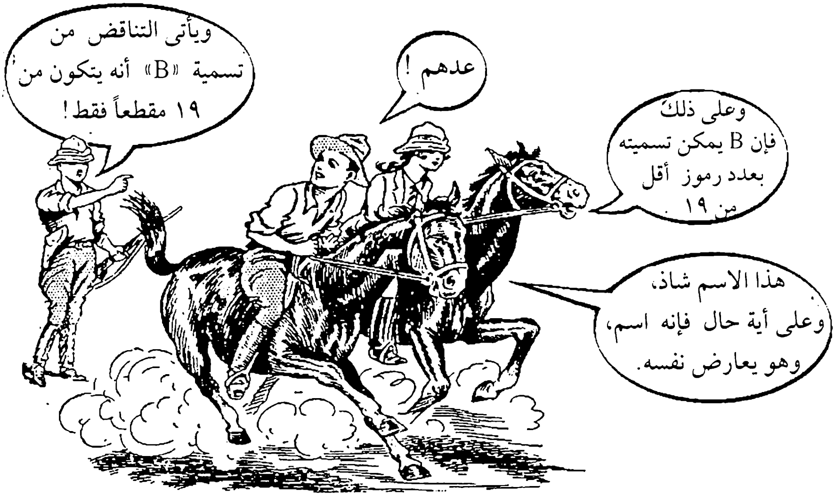
وفى بداية القرن العشرين شرع مجموعة من الفلاسفة وعلماء الرياضيات فى حل هذه الأزمة ، وسألوا...




راشيل والحقيقة الرياضية
كان بيرتراند راشيل من بين من عكفوا على حل هذه الأزمة.
وقد عمل طويلاً فى دراسة المنطق والفلسفة والتعليم التقدمى وفى النهاية التمرد والاحتجاج على الأسلحة النووية. وقد مثلت الرياضيات بالنسبة له الحقيقة المؤكدة الوحيدة فى العالم فى مواجهة الادعاءات الزائفة للرهبنة.
قمت أنا وكثير غيرى بدراسة المتناقضات المنطقية لإيجاد حلول للأخطاء التى واجهت كانتور.
وكان هذا معروفاً بالفعل منذ أوقات اليونانيين القدماء ،وقد اعتمد جزء منه على استخدام «كل»كما فى «فئة كل الفئات».
إذا كانت الجملة بين القوسين صعبة فإن مضمونها يقول أنها خطأ ؛.....
... لكن إذا كانت هذه الجملة خطأ فيوضح مضمونها أنها صحيحة !
وأجزاء أخرى تعتمد على الإشارت الضمنية مثل الجملة ...
«هذه الجملة خطأ»

وأحد أكثر المتناقضات براعة يختص بتسميتها . دعنا نقوم بتعريف B على أنه أقل عدد صحيح يمكن تسميته فى ما لا يقل عن ١٩ مقطعاً.

باستخدام الطريقة العادية نجد أن هذا الرقم كبير جداً لأنه يحتاج تسعة عشر مقطعاً لتسميته : حيث إن الرقم «سبعمائة ألف مليون بليون» يحتاج فقط إلى عشرة مقاطع .



وهذا تناقض خطير جداً بالفعل حيث إنه لا يتضمن إشارة ضمنية ولا حتى يتميز بالشمول. وهذا يوضح مدى صعوبة إنقاذ الوثوق فى الرياضيات عن طريق التخلص من أساسياتها المنطقية.





يتم وضع الإثبات فى صورة سطور من الرموز المتصلة ببعضها عن طريق بعض قواعد التحويل. وكان الهدف هو توضيح أن الإثباتات «المتحققة» يمكن تمييزها عن الإثباتات «غيرالمتحققة» ، وبذلك فإن أى جملة رياضية من الممكن أن تكون صحيحة أو خطأ.

نظرية "جوديل"

قام جوديل (١٩٠٦ ـ ٧٨) بنشر نظريته في عام ١٩٣١ كنتيجة لأعمال أ. ن. وايتهيد (١٨٦١ ـ ١٩٤٧) وكذلك كتاب راشيل المكون من ثلاثة أجزاء عن المنطق الرمزى فى الفترة (١٩١٠ ـ ١٣) Principia Mathematica



وكانت طريقة جوديل تتمثل فى : قام بتخصيص رقم محدد لكل جزء فى الجد
الرياضية ، بعد ذلك قام بدمج هذه الأرقام ليحصل على رقم واحد لكل جملة رياخ
. وعن طريق مناقشة مشابهة لمناقشة كانتور قام جوديل بتوليد رقم «عملاق» يعبر
هذه الجملة . وكان هذا الرقم مليئاً بالمعانى
ولكنه لم يتم إثبات صحته أو بطلانه.

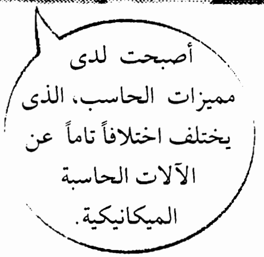


ماكينة "تورينج"

انبثقت من نظرية التحطيم العظيم لجوديل أنواع مختلفة من القوى . وقد التقط ألان تورينج (١٩١٢ ـ ٥٤) فكرة توليد جمل رياضية بطريقة مختصرة تماماً.

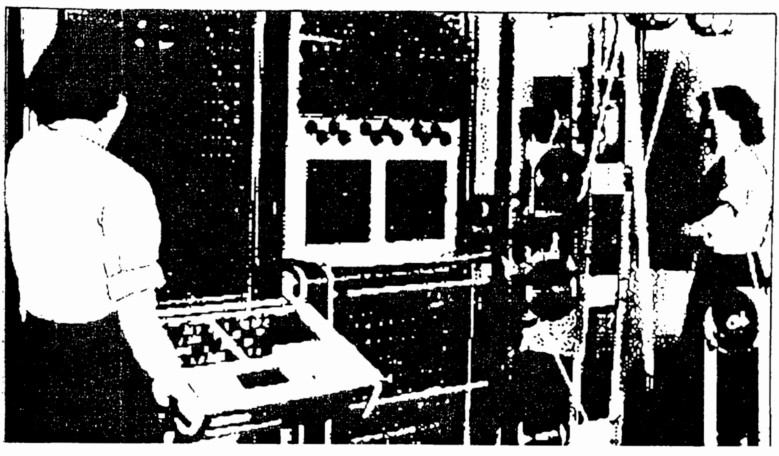
وتتكون ماكينة تورين من شريط وبرنامج يستجيب للمعلومات المتتابعة المخزونة فى مقاطع مختلفة من هذا الشريط وهى تقوم بكل العمليات الابتدائية. وبلغة





تكنولوجيا الثلاثينات من القرن الماضى لم يكن لهذه الآلة استخدام عملى ولكنها أمدت تورينج بإصدار من طريقة جوديل التى كان يحتاج إليها فى بحثه. وفى القريب العاجل أصبحت تخيلات تورينج عملية جداً حيث إنها أصبحت دليل تطوير الحاسبات فى أثناء الحرب العالمية الثانية .

وقد بدأت الحاسبات على صورة آلات حاسبة ضخمة يتم تشغيل البرنامج عن طريق الضغط على أزرار ومفاتيح من الخارج . وكان التطور الهائل عندما تم تحميل البرنامج داخل الحاسب على أنه أحد ملفاته البنائية والذى يقوم بتوجيه العمليات فى كل الملفات الأخرى .ولا توجد الآن حدود لتعقيدات وقابلية تكيف الحاسب.

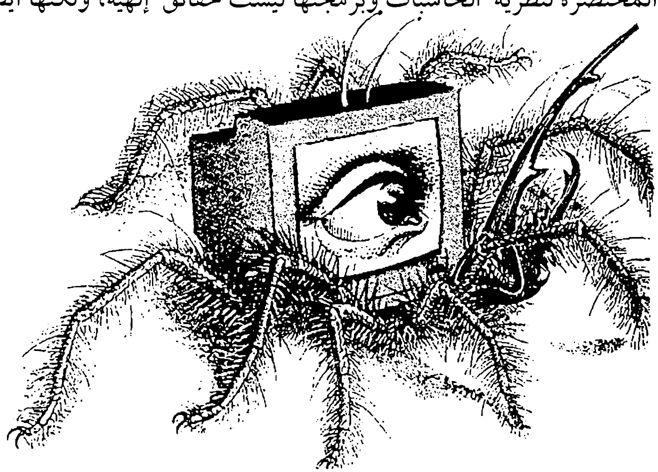


وقد ساعد تورينج فى كسب الحرب العالمية الثانية حيث إنه كان ضمن الفريق الذى كسر شفرة «اللغز» الألمانى ماكينة الشفرة .

وقد مات تورينج بصورة مأساوية وبالتحديد كنتيجة لاضطهاده ومحاكمته وقد تم تسميمه بسم السيانايد حيث وجدت بجانبه التفاحة المسممة مأكول منها قضمة.

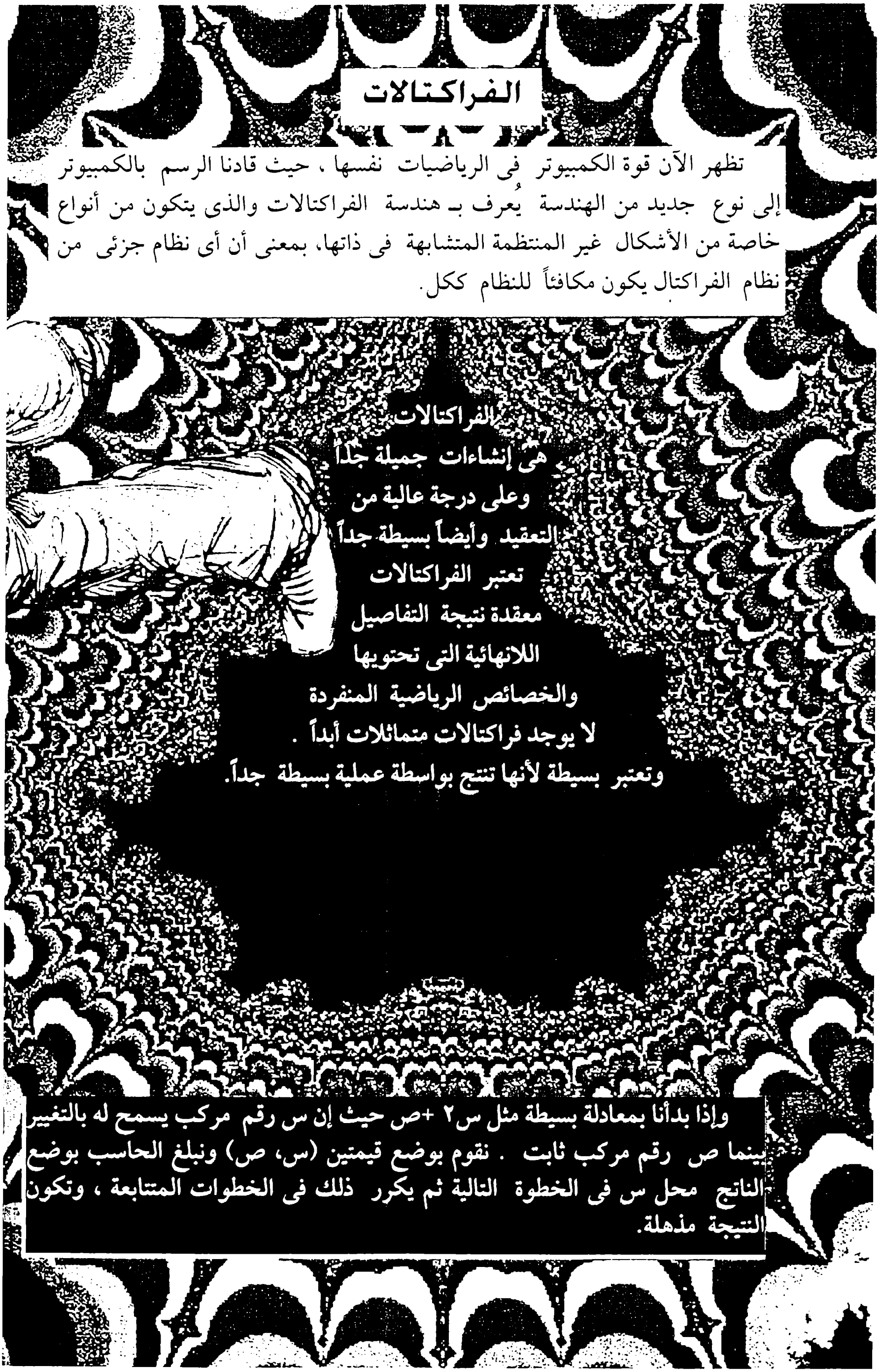


وقد بدت رؤية تورينج للكمبيوتر المختصر أنها فادحة خاصة على المدى الطويل. ففى مخططه للعمليات البسيطة لم يكن هناك مكان خصص لبرمجة الأخطاء أو الحاجة «لمعالجة الأخطاء» . وقد دام الاعتقاد بأن الحاسبات لاتخطىء لمدة قرون، بمعنى أن أى خطأ هو نتيجة لأخطاء البشر. والآن فقط وبعد اكتشاف Millennium Bug بدأنا نتحقق الأنظمة المختصرة لنظرية الحاسبات وبرمجتها ليست حقائق إلهية، ولكنها أيضاً منتجات بشرية.



الفراكتالات

تظهر الآن قوة الكمبيوتر فى الرياضيات نفسها ، حيث قادنا الرسم بالكمبيوتر إلى نوع جديد من الهندسة يُعرف بـ هندسة الفراكتالات والذى يتكون من أنواع خاصة من الأشكال غير المنتظمة المتشابهة فى ذاتها، بمعنى أن أى نظام جزئى من نظام الفراكتال يكون مكافئاً للنظام ككل.



الفراكتالات
هى إنشاءات جميلة جداً
وعلى درجة عالية من
التعقيد وأيضاً بسيطة جداً
تعتبر الفراكتالات
معقدة نتيجة التفاصيل
اللانهائية التى تحتويها
والخصائص الرياضية المنفردة
لا يوجد فراكتالات متماثلات أبداً .
وتعتبر بسيطة لأنها تنتج بواسطة عملية بسيطة جداً.

وإذا بدأنا بمعادلة بسيطة مثل س٢ +ص حيث إن س رقم مركب يسمح له بالتغيير بينما ص رقم مركب ثابت . نقوم بوضع قيمتين (س، ص) ونبلغ الحاسب بوضع الناتج محل س فى الخطوة التالية ثم يكرر ذلك فى الخطوات المتتابعة ، وتكون النتيجة مذهلة.

وقد وصف بينوا ماندلبرو (المولود عام ١٩٢٤) عالم الرياضيات الفرنسى (البولندى الأصل) مكتشف الفراكتلات على أنها طريقة لرؤية اللانهاية.



وفى هذه الأيام تستخدم الفراكتلات فى وصف الظواهر المعقدة مثل اضطرابات توزيع الزلازل وتطور المدن . وقد أدت هندسة الفراكتلات إلى الفرع الرياضى الجديد نظرية العماء.

نظرية العماء

تقوم نظرية العماء بوصف ظواهر ليست عشوائية ولا يمكن التنبؤ بها
نفس الوقت فهى تُوصَف بواسطة المعادلات التفاضلية.
نج هذا السلوك لأن أى تغيير بسيط فى الشروط
بتدائية يؤدى إلى تغير كبير جداً فى سلوك الحلول
هائية . والوصف التقليدى (المبالغ فيه حقيقة)
ذه الخاصية.





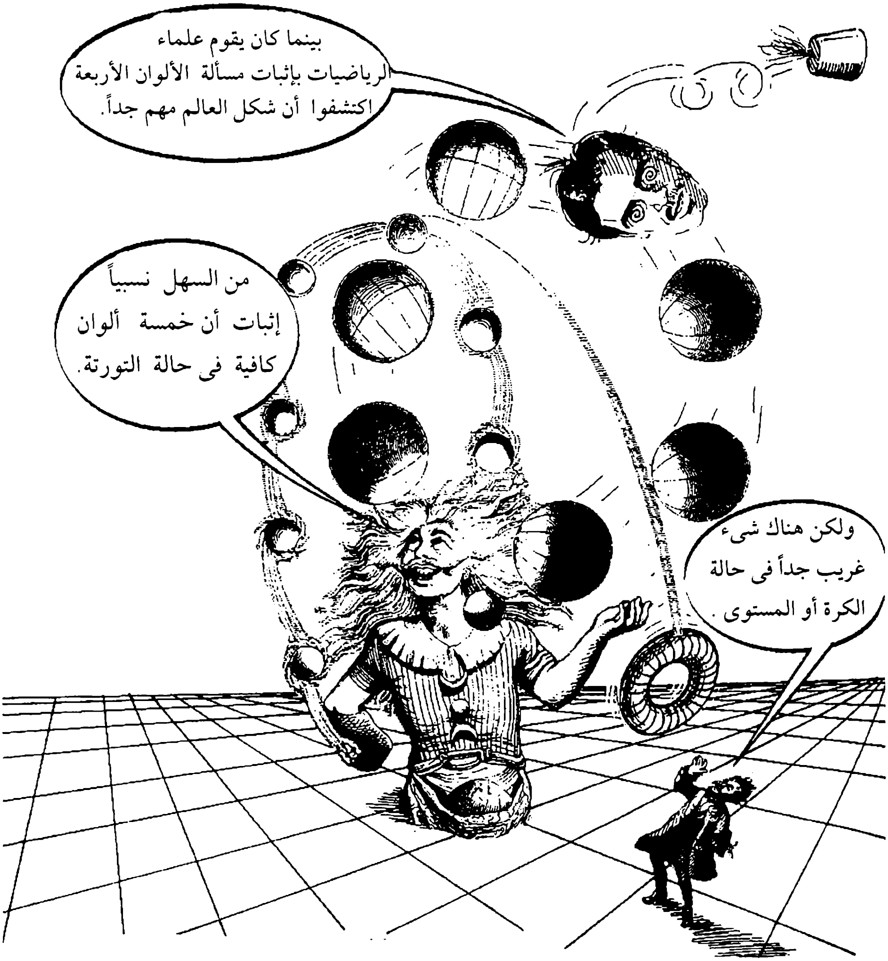
كانت أول مرة تنهار فيها الثقة فى الرياضيات عند اكتشاف متناقضات اللانهاية فى بداية القرن العشرين حيث كانت هناك «أزمة فى الأساسيات».
حيث إنها أمدت علماء الرياضيات بمسائل لحلها والتى تهتم باستحالة المعرفة المفصلة.
ربما يعتبر أعظم الإسهامات الهامة لنظرية العماء فى فهمنا للرياضيات هى أنها جعلت التجاهل على قدر من الاحترام.
وفى هذه المرة فإن التعارض يتعلق بالتقدم ، وبهذه الطريقة فإننا نلاحظ التغير المستمر فى الموضوعات التى تختص الرياضيات بدراستها.

الطبولوجى

تظهر الآن قوة الحاسبات فى مجالات أخرى ملحوظة أكثر، فقد قامت الحاسبات بالبراهين التى وقف أمامها العقل البشرى عاجزاً . وأكثر الحالات الشهيرة المعاصرة هى الطبولوجى . يهتم علم الطبولوجى بدراسة العلاقات بين التكوينات بغض النظر عن أشكالها . وبصيغة رياضية فإن هذا المجال هو المجال الرياضى الذى يسهل فيه ذكر المشكلة ولكن يصعب جداً حلها.

وواحدة من أصعب التحديات فى مشاكل الطبولوجى هى «نظرية الألوان الأربعة» والتى تنص على أن أى خريطة يمكن تلوينها بواسطة أربعة ألوان على الأكثر . والقاعدة الوحيدة هى عدم تشارك دولتين متجاورتين فى نفس اللون. والتقييد الوحيد هنا هو أن كل دولة تكون عبارة عن قطعة منفردة ومتصلة من الأرض ولايوجد أى دولة تحتوى على دولة بداخلها على هيئة جزيرة كما فى حالة إيطاليا وسويسرا بالقرب من لوجانو Lugano



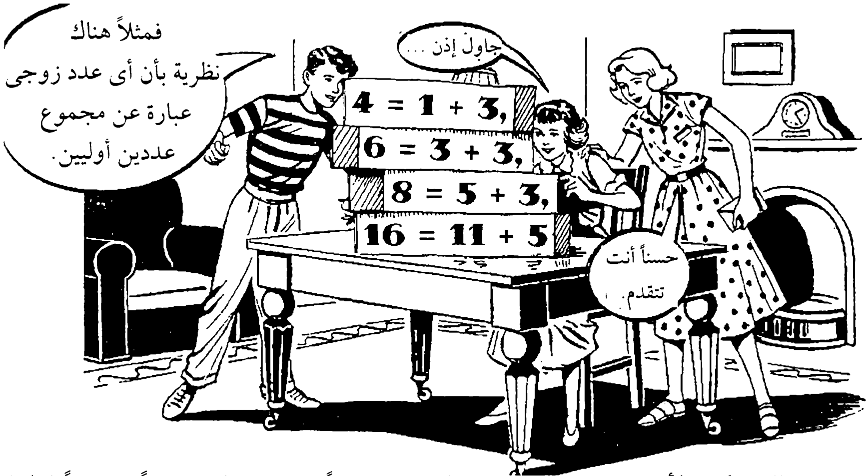


وقد تم التوصل إلى إثبات فى عام ١٩٧٦ ، ولكنه اعتمد على دراسة مفصلة لأكثر من ألف حالة وهى شىء خارج حدود استطاعة الإنسان. لذلك فقد تم تصميم برنامج كمبيوتر لاختبار الحالات الخاصة فى وقتها وقد نجح فى ذلك وأعطى النتائج المرجوة.

ولكن فى ذلك الوقت اشتكى بعض علماء الرياضيات من أنهم لا يستطيعون اختبار الإثبات ! حيث إن برنامج الكمبيوتر عبارة عن مجموعة من الأوامر وليس جملاً متصلة منطقياً . هل نستطيع أن نجزم بأن برنامجاً ما قد تمت معالجته من الأخطاء أكثر من برنامج آخر ؟ وفى الحال تم التوصل إلى إجماع على مفاده وأصبح الإثبات الآن «متحققاً»

نظرية الأرقام

وكما فى حالة الطبولوجى فإن المشاكل فى نظرية الأعداد سهلة الوصف ولكنها صعبة الحل .



إثبات ذلك لكل الأعداد الزوجية يعتبر عملية صعبة جداً . وكان هذا تحدياً حقيقياً لعلماء الرياضيات لفترة طويلة. وأول محاولة ناجحة لحل هذه المشكلة والمعروفة . بـ«حدس جولد باخ» بينت أننا لسنا بحاجة لأكثر من ٤٠٠٠٠٠ عدد أولى !



ولكن بيير دى فيرما اعتقد أنه قد توصل إلى مثل تلك المجموعات متصوراً أنه قد أثبت أن المعادلة $س^{ن} + ص^{ن} = ع^{ن}$.

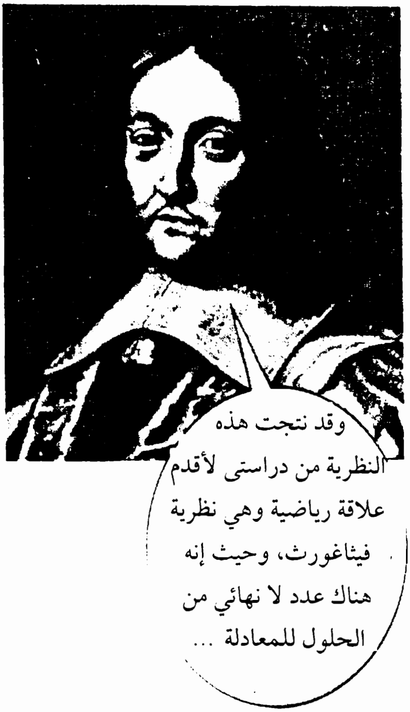
ليس لها حلول على صورة أعداد صحيحة إذا كانت ن أكبر من اثنين.

وقد كتب لأحد أصدقائه أنه قد توصل إلى إثبات دقيق لهذه النقطة ولكن هامش الخطاب لم يستوعبه ! لذلك فإنه قد بدأ مطاردة استمرت لقرون ولم تنته إلا حديثاً. وقد تم التوصل إلى هذا الإثبات بواسطة عالم الرياضيات الإنجليزى أندروويلز (المولود عام ١٩٥٣) الذى يقوم بالتدريس الآن فى جامعة برينستون.



ويؤدى كل هذا إلى توضيح أن العقل البشرى يستطيع أن يتوصل إلى ما لا يستطيع الكمبيوتر التوصل إليه.

وأشهر نظرية فى هذا المجال هى التى وضعها عالم الرياضيات الفرنسى بيير دى فيرما (١٦٠١ ـ ٦٥) .



$$أ^{٢} + ب^{٢} = جـ^{٢}$$

حيث أ وب و حـ أعداد صحيحة وإنشاء مثل هذه الثلاثيات كان معروفاً لمدة قرون مضت..

وقد رأينا أن علماء الرياضيات المسلمين فكروا فى معادلات شبيهة ولكن بأسس أعلى. وقد حاول بعضهم إثبات استحالة وجود مثال لأرقام تحقق المعادلة: $س^{٣} + ص^{٣} = ع^{٣}$.

وقد أصبحت نظرية الأعداد واحدة من أقل فروع الرياضيات قابلية للتطبيق. ولكن أثناء تطور المجالات المختلفة فإن هناك تفاعلات بينها بطرق غير متوقعة.



ولكنه أصبح فجأة على درجة عالية من الأهمية التجارية والتكنولوجية والسياسية فى تأمين الرسالات عبر الانترنت والذى يعتمد كلياً على صعوبة كسر شفرتها.





وأفضل طريقة لعمل الشفرات هو استخدام أرقام كبيرة جداً لا يمكن حساب مكوناتها. وعملية تعريف هذه الأرقام ووضع طرق لإنشائها وكسرها تتضمن العمل بنظرية الأعداد والمجموعات. لذلك فإن أكثر العلوم ميلاً لأن تكون نظرية أصبحت الآن فى لب التطبيق العملى . وقد أصبحت هذه المشكلة على درجة عالية من السياسة حيث إن الحكومات تهتم بحل شفرات الرسائل المتبادلة بين المجرمين والإرهابيين.

علم الإحصاء هو أكثر نقاط الرياضيات شيوعاً واتصالاً بالأفراد العاديين. ويعنى علم الإحصاء «فن الحكم» حيث إن الحكومات تستطيع أن تقوم بأعمالها على وجه حسن إذا تمكنت من جمع معلومات عما يدور فى مملكتهم .ولكن مجرد جمع أرقام متضاخمة ليس بالعمل الكافى إنما يجب أن نقوم بربط وتحليل وتلخيص هذه الأرقام حتى تصبح مفيدة.

وفى هذا العمل سنقوم باستخدام كل المقاييس المختلفة للإحصاء مثل «المتوسط» ولكن مثل هذه المقاييس تعتبر ممثلاً لمجموعة من الأرقام وبينما تقوم بتوضيح بعض الأرقام فى وقت ما فهى أيضاً تقوم بإخفاء مظاهر البعض الآخر . ولمعرفة كيفية تطبيق الإحصاء دعنا نتخيل قرية بها :

مائة قروى يتكسبون ١٠٠ دولار فى السنة	وعشرة مزارعين يتكسبون ١٠٠٠ دولار فى السنة	بالإضافة إلى سيد القرية الذى يجنى ١٠٠٠٠ دولار فى السنة.



والدخل الكلى لهذه القرية يصبح ٣٠٠٠٠ دولار ، وإذا قسمناه على ١١١ فرداً ، فإنه يعطى ٢٧٠ دولاراً فى السنة لأغلب الحالات.

وإذا أخذنا فى اعتبارنا الدخل المتوسط (حيث يوجد ٥٪ فقط لهم دخل أكبر) أو الأسلوب السائد (وهو الدخل الذى يتكسبه معظم الناس) . وفى كلتا الحالتين سيكون ذلك ١٠٠ دولار فقط أى أنه يتجاهل دخل الأشخاص الأكثر ثراءً. ولكى نقوم بتوضيح صورة الدخل على نحو أفضل فربما نتجاهل الأعشار العليا أو السفلى (مستوى ١٠٪ و ٩٠٪) وبالنسبة لعشر ٩٠٪ فإنه يلحق بالفرض الحادى عشر من أعلى وهو الدخل الأوسط.



والمثال السابق يوضح لنا أنه لا يوجد شيء إحصائى يعبر عن كل الأهداف، وهى ما تسمى بالإحصاء المتعادلة بالفعل من السهل التعامل مع الإحصاء. .

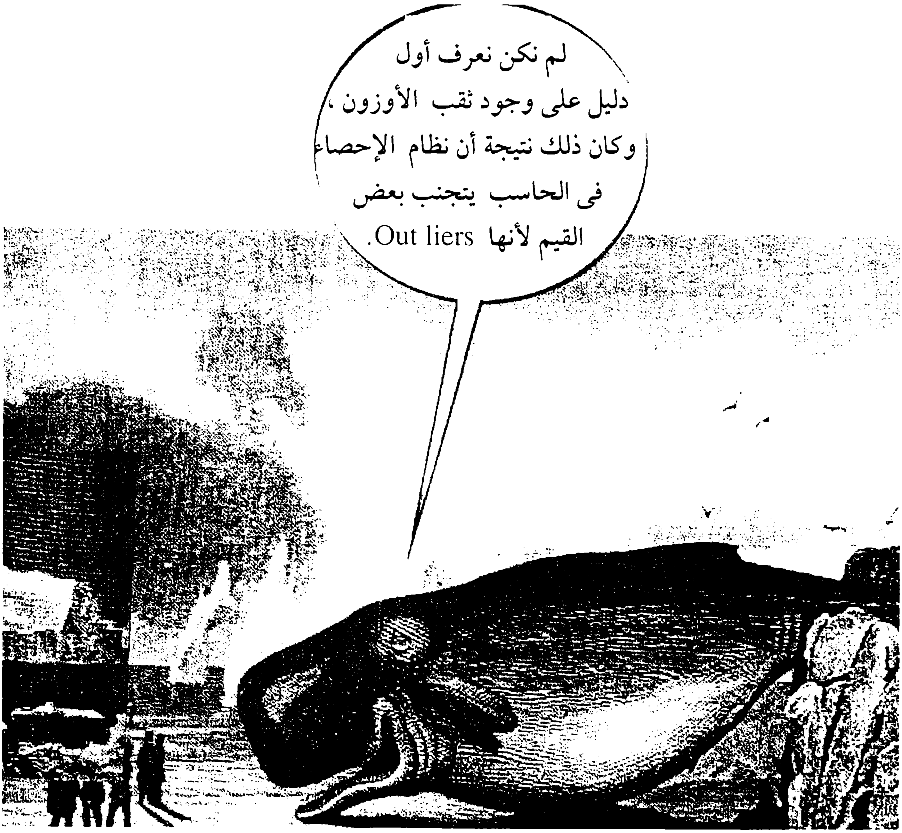
قيم "أ"

فى كل اختبارات الإحصاء يوجد رقم يتم الاستشهاد به يسمى «حد الثقة» أو «أ» وهو يأخذ قيم ٥٪ أو ١٪ أو أى قيمة أخرى . وهذا الرقم يحدد درجة التأكد مر هذا الاختبار يتوافق مع مجموعة الأرقام التى يتعامل معها. وهذا الرقم يعبر الأرقام الشاذة التى تعطى نتائج إيجابية ولكنها خاطئة . ولايوجد اختبار يعطى ن مثالية ! فكلما ازدادت درجة التأكد زادت تكلفة هذا الاختبار وهذا يعنى أنه يتعين القائمين على اختبارها أن يتقبلوا كل أنواع الخطأ الممكنة.



ذلك يعنى أن هناك إقراراً بأن قيم أ يتم تصميمها بحيث إنها تحد من فرصة النتائج الإيجابية الخاطئة . وكلما زادت صرامة قيمة أ ازدادت اختيارية الاختبار ولكن على الجانب الآخر فإنها تجعله أقل حساسية . ففى مثال اختبار سمية بعض الملوثات البيئية فإن قيمة أ التى تُقدر بـ ٩٥٪ تجنبنا الإنذارات الخاطئة للملوثات ولكنها فى نفس الوقت تجعلنا أكثر عرضة للأضرار الكاذبة . لذلك فإنه يتعين علينا أن نسأل أنفسنا أثناء القيام ببعض الاختبارات الواجبة : هل بعض المواد بالفعل لها آثار ضارة أم أن الآثار المنذرة يجب قبولها على أية حال؟ وفى كلتا الحالتين يجب اتخاذ إجراء وقائى. والسؤال المحتوم فى هذه الحالة هو : لمصلحة من تتم هذه الاختبارات؟

وحتى فى الاستخدامات الأبسط للإحصاء كما فى عملية تمثيل المعلومات التجريبية فإنه يتعذر علينا الحكم على القيم. بالطبع لا تتلازم كل النقاط مع المنحنى المرسوم وإلا إذا كانوا قريبين جداً فهذا يعنى أنها قيم ملفقة . وكذلك هناك بعض القيم تبتعد تماماً عن باقى الحشد ونسمى هذه القيم "Out liers" وإذا تم إدراجهم مع القيم فسوف يؤثرون بالسلب لذلك فيجب تجنبهم بعد التأكد من أنهم لا ينتمون إلى هذه الفئة (ربما نتيجة خطأ ما فى القياس).



الاحتمال

تُبنى طرق التعامل مع البيانات الإحصائية بصورة أساسية على نظرية الاحتمال . ويتضمن هذا ثلاثة مبادىء واضحة والتى تتداخل مع بعضها بصورة متكررة.



هناك ست طرق من إجمالى ست وثلاثين يكون المجموع فيها سبعة)

أما الثانية فهى الاحتمالية المعملية للأشخاص الذين يُعَمِّرون أكثر من خمسة وسبعين عاماً والتى تبنى على معلومات قد تم جمعها فى وقت سابق.

وفى النهاية نجد «أحكام» الاحتمال مثل احتمالية فوز أفراد غريبة فى سباق الخيل أو الانتخابات العامة .

وبالرغم من أن هذه الاحتمالات واضحة من ناحية المفهوم إلا أنها شائعة الاستخدام مع بعضها دون تفريق واضح. لكل هذه الأسباب فإن الاستنتاجات الإحصائية تقع فى العديد من المآزق.











وفجأة ارتبك الأصدقاء ، فهى كانت تعرف أن القطعة الغير الموجهة تعطى احتمالات هندسية متساوية للصورة والكتابة . لذلك فإنه على المدى الطويل تميل القطعة المعدنية غير الموجهة لأن تظهر أعداداً متساوية من الصور والكتابة . ومن الممكن إثبات ذلك بالتجريب . ولكى نقوم بعمل حكم على ما إذا كانت القطعة موجهة أو لا، فهذه قصة أخرى.



تتطلب الأحكام ، على «توجيه» قطعة النقود، النظرية الرياضية للاحتمال والإحصاء . وفى هذه الحالة سيصاحب الافتراضات عن سلوك قطعة النقود تصميم تجريبى بالإضافة إلى تقييم مقادير الخطأ ووضع حدود يقينية للأحكام النهائية. ويقودنا تحليل إلقاء قطعة النقود بعد توضيحه إلى مجموعة من النتائج الخطيرة . فبينما تبدو صيغة السؤال المباشر أنها نص بسيط للاحتمال (الصور والكتابة لهم احتمالات متساوية فى القطعة غير الموجهة) ، فالصيغة العكسية (هل القطعة موجهة؟) تتضمن أحكاماً مدغمة بواسطة علم الإحصاء.



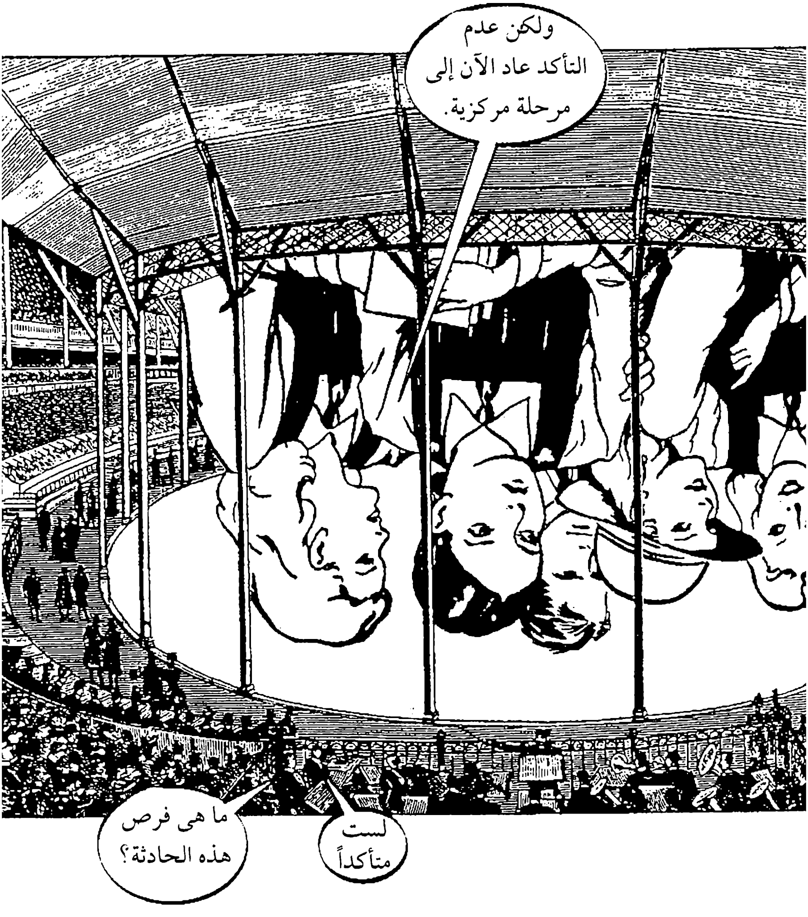
عدم التأكد

يقع هؤلاء المختصون بإمداد الأرقام سواء إذا كانت إلى السياسيين أو إلى عامة الشعب فى ورطة كبيرة ، فإذا قاموا بتوضيح عدم التأكد والتحفظات حول أرقام معينة لن يكون ذلك مفهوماً.

وعلى الجانب الآخر إذا قاموا بتبسيط العملية وذكروا «أرقاماً ساحرة» على قدر أمان كبير فسوف يدَّعى الناس عليهم بالخداع.



ويكمن التحدى العظيم للرياضيات من الناحية الاجتماعية فى إدارة وتنظيم ند. ولقد ساد الاعتقاد لفترة طويلة بأن تقدم العلوم الطبيعية من الممكن أن ية عدم التأكد والتى ظلت لها إمكانية الترويض بواسطة نظريةالاحتمال.



وقد قام عدم التأكد بقهر الرياضيات، وعلى الجانب الآخر فهو أساس لـ «نظ م» فى الفيزياء .. وفى هذه الأيام علينا أن نتحدى آثار الحضارة الصناعية على ا بيعية.

وقد أصبح عدم التأكد فى المقدمة لأول مرة. وتعتبر تسمية أخرى جديدة اضيات بـ «النكبة Catastaophe» أو «العماء Chaos» غير مدهشة .والآن نست ضع عدم التأكد ضمن أفكارنا التى توضح ما تتضمنه الرياضيات.

الأرقام السياسية

يعتبر فهمنا للأرقام (والتى تم وضعها للعد والحساب) غير ملائم بالنسبة للأرقام المستخدمة فى صنع السياسة .هذه الاستخدامات تتطلب مفهوماً ومهارات مختلفة . وبسبب اعتيادنا الدائم على كون الرياضيات دقيقة وصحيحة ، فإننا لا نميل إلى تصديق أن عدم التأكد يعتبر جزء من الأرقام السياسية. وقد أدى الذكر الدقيق للأرقام فى وسائل الإعلام إلى إيقاع عدم التأكد فى أزمة كبيرة. وعلى كل حال فإذا ذكرنا رقماً ما مكوناً من خانتين مثل ٤٧ فإننا نعرف أنه مختلف عن ٤٦ ،٤٨ أو أننا نعرفه بدقة حوالى ٢ ٪ .



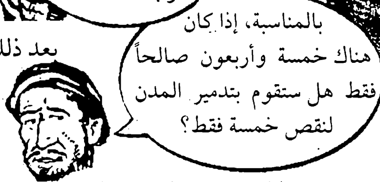


وتعتمد تأثيرات الأرقام الملحوظة على صنع السياسة على محتوى تلك الأرقام. وهناك حوار فى الكتاب المقدس تم فيه عرض تعقيد مذهل. فى جبنسى ١٨ ، كان أبراهام والسيد قبل مدينتى «سدوم» و«جموره» وقال السيد ..



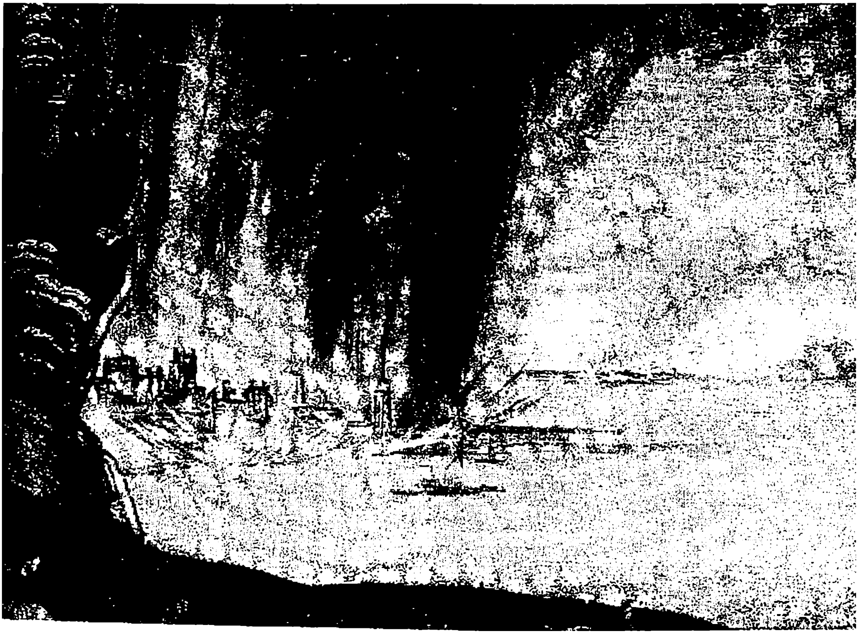


بعد ذلك قال أبراهام.



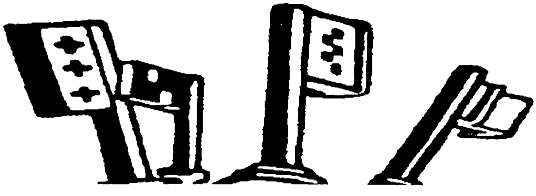
وعلى ذلك فقد نقل أبراهام النقاش إلى مستوى آخر، فهو الآن ليس عن السياسة (العفو عن المدينة إذا كانت هناك أرواح صالحة) ولكنه عن التحقيق (ماذا يحدث لو أننا أقل من النسبة؟) فى هذا النص نجد أن خمسين ليس عدداً ولكنه رقم سياسى يتضمن تفاوتاً ما.وقد كان رأى أبراهام أن ٤٥ يقع داخل هذا التفاوت . هل بالتأكيد سيقوم السيد بتدمير المدينة لنقص خمسة، والتى ظهر من النص أنها أقل من حد الملاحظة ؟ وفى النهاية استسلم السيد، وذلك ربما لأنه لاحظ مهارة خصمه، وجعل الحصة تقل إلى عشرة أرواح صالحة. وبحكمة لم يقم أبراهام بأى مساومات أخرى.





وتوضح قصة «إنقاذ سدوم» أن الأرقام يمكن أن يكون لها معانٍ كثيرة مختلفة في النقاش . فترتب «خمسون» بالتقدير أما «خمسة» أو «خمسة وأربعون» فترتبط بتفاوت هذا التقدير. ويعتمد الاختلاف بن «خمسين» و«خمسة وأربعين» على النص. وربما تتم ملاحظة هذا الفرق (إذا كان خارج التفاوت ى أوقات ما ولا يُلاحظ في أوقات أخرى. وبالرغم من أن المثال كان عن الأرقام السياسية ولك نطة أن المعنى يعتمد على النص تتحقق في كل التقديرات والقياسات.

ويمكن ملاحظة نفس الظاهرة في «تناقض المفتاح» عندما يستخدم شخص مفتاحاً جديداً لقف ا فإنه يكون متوافقاً معه، وإذا قام أحدهم بعمل نسخة منه فإن هذه النسخة تتوافق أيضاً مع القف ن سماحية الآلة كانت قريبة من سماحية القفل. ولكننا نلاحظ أنه بعد تكرار النسخ من النس تابعياً فإن النسخة الأخيرة لا تتوافق مع القفل وذلك لأنه تم تراكم سماحيات الآلة في كل مر بدلالة القياس نجد أن C=B=A ......=K ولكن K=A . ويبدو هذا جنوناً بدلالة الحساب عادية ولكنه يوضح أن الأرقام في حالة القياس والتقدير يكون لها معنى فقط بناءاً على محتو نص ولا تعني نفس المعنى في حالة العد البسيط.

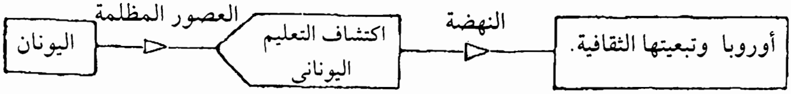


الرياضيات والمركزية الأوروبية

لقد لعبت الرياضيات الأوروبية دوراً هاماً فى الوعى الذاتى .لأوروبا أى الإحساس بأن الثقافة الأوروبية هى الأعظم وأنها هى الحقيقة الوحيدة .و يرى الناس الذين يعتقدون أن الرياضيات عالمية أنه من الصعب أن تكون الرياضيات والإمبريالية تماشوا جنباً إلى جنب. ولكن الرياضيات قد تم استخدامها كوسيلة لتحقيق سفلية ووضاعة الثقافات غير الأوروبية.

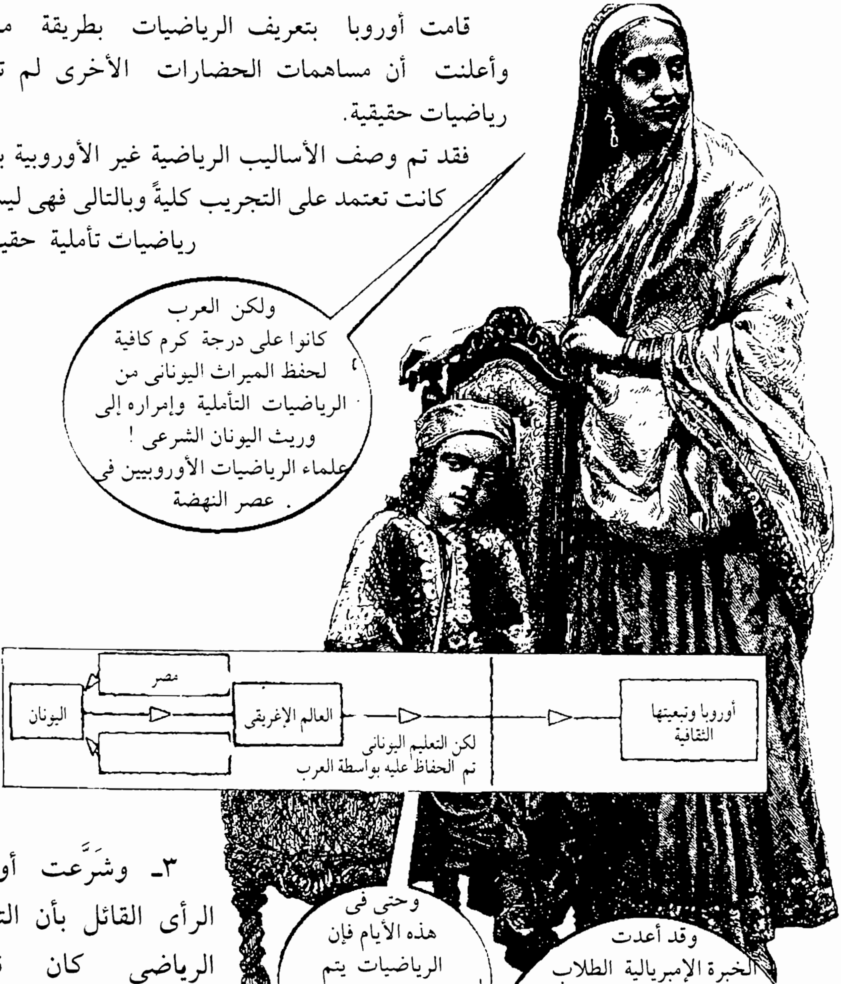


١ـ قامت باستخدام إسهامات الثقافات غير الأوروبية وفى نفس الوقت أخفتها. لم يكن هناك أى تقدم قبل معجزة اليونان وأيضاً فى الفترة بين ذلك والنهضة الأوروبية فى القرن السادس عشر. وهذا هو المبدأ التقليدى للمركزية الأوروبية.



قامت أوروبا بتعريف الرياضيات بطريقة معينة وأعلنت أن مساهمات الحضارات الأخرى لم تكن رياضيات حقيقية.

فقد تم وصف الأساليب الرياضية غير الأوروبية بأنها كانت تعتمد على التجريب كليةً وبالتالى فهى ليست رياضيات تأملية حقيقية.



٣ـ وشَرَّعت أوروبا الرأى القائل بأن التطور الرياضى كان نتاجاً أوروبياً بصورة خالصة وقامت بتدريس ذلك فى تعليم الرياضيات .

جورج غيفرغيز يوسف عالم تاريخ الرياضيات وهو بريطانى آسيوى.





فهى تهدف إلى إقامة علاقة قوية بين الرياضيات والثقافة والمجتمع وتذكرنا بأن الرياضيات تحتوى على أشياء أكثر من الدراسات المجردة النظرية الأفلاطونية ومناهج التدريس المشتقة منها. ويمكننا أن نرى المقدار الكبير الذى أثرت به أشكال الإبداع والابتكار فى الطرق المختلفة التى يتناول بها الأفراد المختلفون الأمور الرياضية.

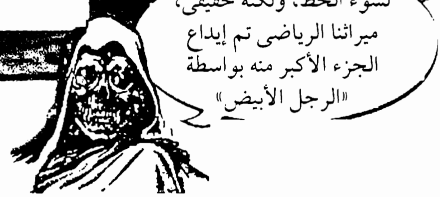




لذلك فإن الرياضيات العرقية لا تتضمن الأنظمة الصياغية الرمزية فحسب ولكن أيضاً التصميم المكانى وطرق الإنشاء العملية وطرق الحساب والقياسات فى الزمن والمكان وطرق معينة للفهم والإشارة ونشاطات مادية ومعرفية أخرى.

الرياضيات ونوع الجنس





والنساء القلائل الذين أتيحت لهم فرصة المشاركة فى الرياضيات فى العصور الماضيةكانوا مجرد طرفة. وأحد عالمات الرياضيات هى الفرنسية صوفى جيرماين (١٧٧٦ ـ ١٨٣١) والتى قدمت نفسها على أنها رجل رجل من خلال نقاشها مع عالم الرياضيات الألمانى «كارى فريدريك جاوس». (١٧٧٧ ـ ١٨٥٥).



وقد قدم علماء علم النفس العديد من الأسباب التى أدت إلى وضاعة النساء فى الرياضيات.

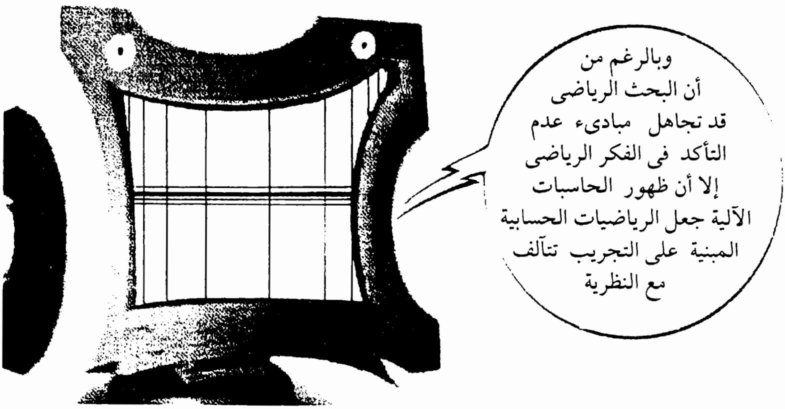


أين الآن

لقد سادت وجهة النظر الأفلاطونية للرياضيات فى الثقافة الغربية على مدى العصور.



ويقوم الفلاسفة والمدرسون والمشيعون بتقديم الرياضيات بهذه الوجهة الأفلاطونية .وتم تخيُّل العلم على أنه تطبيق للحقائق الرياضية . وكجزء من هذه الصورة ، تم تجاهل أو تشويه إساهمات الثقافات الغير أوروبية فى الرياضيات.



وبغض النظر عن انتشار معرفة القراءة والكتابة إلا أنها لا تزال مقتصرة على صفوة الاجتماعيين والمثقفين .



وتحت هذه الظروف فمن الضرورى لنا أن نعرف ونقدر فشل الرياضيات (من خلال العلم) فى انتزاع عدم التأكد من العالم العملى من حولنا .ومن الضرورى أيضاً أن نعيد التفكير فى المعرفة الحقيقية وكيفية تحققها.

لذلك فإن الرياضيات تواجه تحديات جديدة .وعلى المواطن أن يقوم بدوره فى مواجهة هذه التحديات . ففى كلمات الأسقف بيركلى :كل واحد....



المحتويات

الموضوع	الصفحة

المشروع القومى للترجمة

المشروع القومى للترجمة مشروع تنمية ثقافية بالدرجة الأولى، ينطلق من الإيجابيات التى حققتها مشروعات الترجمة التى سبقته فى مصر والعالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

١ - الخروج من أسر المركزية'الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية.

٢ - التوازن بين المعارف الإنسانية فى المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية.

٣ - الانحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب.

٤ - ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة،جنبًا إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين.

٥ ـ العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة.

٦ - الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة.

المشروع القومى للترجمة

١- اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت : أحمد درويش
٢- الوثنية والإسلام	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣- التراث المسروق	جورج جيمس	ت : شوقى جلال
٤- كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كاريتنكوفا	ت : أحمد الحضرى
٥- ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
٦- اتجاهات البحث اللسانى	ميلكا إفيتش	ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧- العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الأنطكى
٨- مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت : مصطفى ماهر
٩- التغيرات البيئية	أندرو س. جودى	ت : محمود محمد عاشور
١٠- خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت : محمد معتصم وعبد الجليل الأزدى وعمر حلى
١١- مختارات	فيسوافا شيمبوريسكا	ت : هناء عبد الفتاح
١٢- طريق الحرير	ديفيد براونيستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
١٣- ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت : عبد الوهاب علوب
١٤- التحليل النفسى للأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
١٥- الحركات الفنية	إدوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيفى
١٦- أثينة السوداء	مارتن برنال	ت: بإشراف: أحمد عتمان
١٧- مختارات	فيليب لاركين	ت : محمد مصطفى بدوى
١٨- الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : طلعت شاهين
١٩- الأعمال الشعرية الكاملة	چورج سفيريس	ت : نعيم عطية
٢٠- قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت: يمنى طريف الخولى / بدوى عبد الفتاح
٢١- خوخة وألف خوخة	صمد بهرنجى	ت : ماجدة العنانى
٢٢- مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢٣- تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	ت : سعيد توفيق
٢٤- ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : بكر عباس
٢٥- مثنوى	مولانا جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦- دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
٢٧- التنوع البشرى الخلاق	مقالات	ت : نخبة
٢٨- رسالة فى التسامح	جون لوك	ت : منى أبو سنه
٢٩- الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت : بدر الديب
٣٠- الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣١- مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه - كلود كاين	ت : عبد الستار الحلوجى / عبد الوهاب علوب
٣٢- الانقراض	ديفيد روس	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣- التاريخ الاقتصادى لإفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣٤- الرواية العربية	روجر آلن	ت : حصة إبراهيم المنيف
٣٥- الأسطورة والحداثة	بول . ب . ديكسون	ت : خليل كلفت

٣٦- نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	ت : حياة جاسم محمد
٣٧- واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	ت : جمال عبد الرحيم
٣٨- نقد الحداثة	آلن تورين	ت : أنور مغيث
٣٩- الإغريق والحسد	بيتر والكوت	ت : منيرة كروان
٤٠- قصائد حب	آن سكستون	ت : محمد عيد إبراهيم
٤١- ما بعد المركزية الأوربية	بيتر جران	ت : عاطف أحمد / إبراهيم فتحى / محمود ماجد
٤٢- عالم ماك	بنجامين باربر	ت : أحمد محمود
٤٣- اللهب المزدوج	أوكتافيو باث	ت : المهدى أخريف
٤٤- بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	ت : مارلين تادرس
٤٥- التراث المغدور	روبرت ج دنيا - جون ف أ فاين	ت : أحمد محمود
٤٦- عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : محمود السيد على
٤٧- تاريخ النقد الأدبى الحديث (١)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨- حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ت : ماهر جويجاتى
٤٩- الإسلام فى البلقان	هـ . ت . نوريس	ت : عبد الوهاب علوب
٥٠- ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	ت : محمد برادة وعثمانى الميلود ويوسف الأنطكى
٥١- مسار الرواية الإسبانو أمريكية	داريو بيانويبا وخ. م بينياليستى	ت : محمد أبو العطا
٥٢- العلاج النفسى التدعيمى	بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج . روجسيفيتز وروجر بيل	ت : لطفى فطيم وعادل دمرداش
٥٣- الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	ت : مرسى سعد الدين
٥٤- المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	ت : محسن مصيلحى
٥٥- ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	ت : على يوسف على
٥٦- الأعمال الشعرية الكاملة (١)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود على مكى
٥٧- الأعمال الشعرية الكاملة (٢)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود السيد ، ماهر البطوطى
٥٨- مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمد أبو العطا
٥٩- المحبرة	كارلوس مونييث	ت : السيد السيد سهيم
٦٠- التصميم والشكل	جوهانز ايتين	ت : صبرى محمد عبد الغنى
٦١- موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور - سميث	مراجعة وإشراف : محمد الجوهرى
٦٢- لذّة النّص	رولان بارت	ت : محمد خير البقاعى .
٦٣- تاريخ النقد الأدبى الحديث (٢)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤- برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	ت : رمسيس عوض .
٦٥- فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	ت : رمسيس عوض .
٦٦- خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧- مختارات	فرناندو بيسوا	ت : المهدى أخريف
٦٨- نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
٦٩- العالم الإسلامى فى أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠- ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانج رودريجت	ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١- السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	ت : حسين محمود

٧٢- السياسى العجوز	ت . س . إليوت	ت : فؤاد مجلى
٧٣- نقد استجابة القارئ	چين . ب . توميكنز	ت : حسن ناظم وعلى حاكم
٧٤- صلاح الدين والمماليك فى مصر	ل . ا . سيمينوڤا	ت : حسن بيومى
٧٥- فن التراجم والسير الذاتية	أندريه موروا	ت : أحمد درويش
٧٦- چاك لاكان وإغواء التحليل النفسى	مجموعة من الكتاب	ت : عبد المقصود عبد الكريم
٧٧- تاريخ النقد الأدبى الحديث ج ٣	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٧٨- العولمة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية	رونالد روبرتسون	ت : أحمد محمود ونورا أمين
٧٩- شعرية التأليف	بوريس أوسبنسكى	ت : سعيد الغانمى وناصر حلاوى
٨٠- بوشكين عند «نافورة الدموع»	ألكسندر بوشكين	ت : مكارم الغمرى
٨١- الجماعات المتخيلة	بندكت أندرسن	ت : محمد طارق الشرقاوى
٨٢- مسرح ميجيل	ميجيل دى أونامونو	ت : محمود السيد على
٨٣- مختارات	غوتفريد بن	ت : خالد المعالى
٨٤- موسوعة الأدب والنقد	مجموعة من الكتاب	ت : عبد الحميد شيحة
٨٥- منصور الحلاج (مسرحية)	صلاح زكى أقطاى	ت : عبد الرازق بركات
٨٦- طول الليل	جمال مير صادقى	ت : أحمد فتحى يوسف شتا
٨٧- نون والقلم	جلال آل أحمد	ت : ماجدة العنانى
٨٨- الابتلاء بالتغرب	جلال آل أحمد	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٨٩- الطريق الثالث	أنتونى جيدنز	ت : أحمد زايد ومحمد محيى الدين
٩٠- وسم السيف	ميجل دى ترباتس	ت : محمد إبراهيم مبروك
٩١- المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق	باربر الاسوستكا	ت : محمد هناء عبد الفتاح
٩٢- أساليب ومضامين المسرح الإسبانوأمريكى المعاصر	كارلوس ميجل	ت : نادية جمال الدين
٩٣- محدثات العولمة	مايك فيذرستون وسكوت لاش	ت : عبد الوهاب علوب
٩٤- الحب الأول والصحبة	صمويل بيكيت	ت : فوزية العشماوى
٩٥- مختارات من المسرح الإسبانى	أنطونيو بويرو باييخو	ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
٩٦- ثلاث زنبقات ووردة	قصص مختارة	ت : إدوار الخراط
٩٧- هوية فرنسا مج ١	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
٩٨- الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى	نماذج ومقالات	ت : أشرف الصباغ
٩٩- تاريخ السينما العالمية	ديڤيد روبنسون	ت : إبراهيم قنديل
١٠٠- مساءلة العولمة	بول هيرست وجراهام تومبسون	ت : إبراهيم فتحى
١٠١- النص الروائى (تقنيات ومناهج)	بيرنار ڤاليط	ت : رشيد بنحدو
١٠٢- السياسة والتسامح	عبد الكريم الخطيبى	ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
١٠٣- قبر ابن عربى يليه آياء	عبد الوهاب المؤدب	ت : محمد بنيس
١٠٤- أوبرا ماهوجنى	برتولت بريشت	ت : عبد الغفار مكاوى
١٠٥- مدخل إلى النص الجامع	چيرارچينيت	ت : عبد العزيز شبيل
١٠٦- الأدب الأندلسى	د. ماريا خيسوس روبييرامتى	ت : د. أشرف على دعدور
١٠٧- صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة	ت : محمد عبد الله الجعيدى

١٠٨- ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسى	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكى
١٠٩- حروب المياه	چون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠- النساء فى العالم النامى	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١- المرأة والجريمة	فرانسيس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢- الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماكليود	ت : إكرام يوسف
١١٣- راية التمرد	سادى پلانت	ت : أحمد حسان
١١٤- مسرحيتا حصاد كونجى وسكان المستنقع	وول شوينكا	ت : نسيم مجلى
١١٥- غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	ت : سمية رمضان
١١٦- امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧- المرأة والجنوسة فى الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨- النهضة النسائية فى مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩- النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنبل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠- الحركة النسائية والتطور فى الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبة من المترجمين
١٢١- الدليل الصغيرعن الكاتبات العربيات	فاطمة موسى	ت : محمد الجندى ، وإيزابيل كمال
١٢٢- نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣- الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نينل الكسندر وفنادولينا	ت: أنور محمد إبراهيم
١٢٤- الفجر الكاذب	چون جراى	ت : أحمد فؤاد بلبع
١٢٥- التحليل الموسيقى	سيدريك ثورپ ديڤى	ت : سمحه الخولى
١٢٦- فعل القراءة	ڤولڤانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧- إرهاب	صفاء فتحى	ت : بشير السباعى
١٢٨- الأدب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩- الرواية الإسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠- الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندر فرانك	ت : شوقى جلال
١٣١- مصر القديمة (التاريخ الاجتماعى)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢- ثقافة العولمة	مايك فيذرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣- الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤- تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥- المختار من نقد ت. س. إليوت	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦- فلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧- مذكرات ضابط فى الحملة الفرنسية	چوزيف مارى مواريه	ت : كاميليا صبحى
١٣٨- عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيڤلينا تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩- پارسيڤال	ريشارد ڤاچنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠- حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبورى
١٤١- اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢- الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومى
١٤٣- قضايا التنظير فى البحث الاجتماعى	ديريك لايدار	ت : عدلى السمرى
١٤٤- صاحبة اللوكاندة	كارلو جولدونى	ت : سلامة محمد سليمان

١٨٢ العنف والنبوءة	و . ب . ييتس	ت: ياسين طه حافظ
١٨٣ چان كوكتو على شاشة السينما	رينيه چيلسون	ت: فتحى العشرى
١٨٤- القاهرة... حالمة لا تنام	هانز إبندورفر	ت: دسوقى سعيد
١٨٥- أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت: عبد الوهاب علوب
١٨٦- معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل إنوود	ت:إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧- الأرضة	بُزرْج علوى	ت:محمد علاء الدين منصور
١٨٨- موت الأدب	الفين كرنان	ت:بدر الديب
١٨٩- العمى والبصيرة	پول دى مان	ت:سعيد الغانمى
١٩٠- محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت:محسن سيد فرجانى
١٩١- الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت: مصطفى حجازى السيد
١٩٢- رحلة إبراهيم بك جـ١	زين العابدين المراغى	ت:محمود سلامة علاوى
١٩٣- عامل المنجم	بيتر أبراهامز	ت:محمد عبد الواحد محمد
١٩٤- مختارات من النقد الأنجلو-أمريكى	مجموعة من النقاد	ت: ماهر شفيق فريد
١٩٥- شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت:محمد علاء الدين منصور
١٩٦- المهلة الأخيرة	فالنتين راسبوتين	ت:أشرف الصباغ
١٩٧- الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت: جلال السعيد الحفناوى
١٩٨- الاتصال الجماهيرى	ادوين إمرى وآخرون	ت:إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩- تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لانداوى	ت: جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠- ضحايا التنمية	جيرمى سيبروك	ت: فخرى لبيب
٢٠١- الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت: أحمد الأنصارى
٢٠٢- تاريخ النقد الأدبى الحديث جـ٤	رينيه ويليك	ت: مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣- الشعر والشاعرية	ألطاف حسين حالى	ت: جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤- تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	ت: أحمد محمود هويدى
٢٠٥- الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى- سفورزا	ت: أحمد مستجير
٢٠٦- الهيولية تصنع علماً جديداً	جيمس جلايك	ت: على يوسف على
٢٠٧- ليل إفريقى	رامون خوتاسندير	ت: محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨- شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	ت: محمد أحمد صالح
٢٠٩- السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت: أشرف الصباغ
٢١٠- مثنويات حكيم سنائى	سنائى الغزنوى	ت: يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١- فردينان دوسوسير	جوناثان كللر	ت: محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢- قصص الأمير مرزبان	مرزبان بن رستم بن شروين	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٢١٣- مصر منذ قدوم نابليون حتى رحيل عبدالناصر	ريمون فلاور	ت: سيد أحمد على الناصرى
٢١٤- قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيدنز	ت: محمد محمود محى الدين
٢١٥- سياحت نامه إبراهيم بيك جـ٢	زين العابدين المراغى	ت: محمود سلامة علاوى
٢١٦- جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت: أشرف الصباغ
٢١٧- مسرحيتان طليعيتان	ص. بيكيت	ت: نادية البنهاوى
٢١٨- رايولا	خوليو كورتازان	ت: على إبراهيم على منوفى

٢٥٦- ديكارت	ديف روبنسون ، كريس جرات	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧- تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلى رايت	ت: محمود سيد أحمد
٢٥٨- الغجر	سير أنجوس فريزر	ت: عُباده كُحيلة
٢٥٩ مختارات من الشعر الأرمنى عبر العصور	اقلام مختلفة	ت: فاروجان كازانجيان
٢٦٠- موسوعة علم الاجتماع ج٣	جوردن مارشال	ت: باشراف: محمد الجوهرى
٢٦١- رحلة فى فكر زكى نجيب محمود	زكى نجيب محمود	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢- مدينة المعجزات	إدوارد مندوثا	ت: محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣- الكشف عن حافة الزمن	چون جريبن	ت: على يوسف على
٢٦٤- إبداعات شعرية مترجمة	هوراس/ شلى	ت: لويس عوض
٢٦٥- روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصموئيل جونسون	ت: لويس عوض
٢٦٦- مدير المدرسة	جلال آل أحمد	ت: عادل عبدالمنعم سويلم
٢٦٧- فن الرواية	ديفيد لودچ	ت: ماهر البطوطى
٢٦٨- ديوان شمس تبريزى ج٢	جلال الدين الرومى	ت: إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦٩- وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١	وليم چيفور بالجريف	ت: صبرى محمد حسن
٢٧٠- وسط الجزير العربية وشرقها ج٢	وليم چيفور بالجريف	ت: صبرى محمد حسن
٢٧١- الحضارة الغربية	توماس سى. باترسون	ت: شوقى جلال
٢٧٢- الأديرة الأثرية فى مصر	س. س والترز	ت: إبراهيم سلامة
٢٧٣- الاستعمار والثورة فى الشرق الأوسط	جوان أر. لوك	ت: عنان الشهاوى
٢٧٤- السيدة باربارا	رومولو جلاجوس	ت: محمود مكى
٢٧٥- ت. س إليوت شاعرا وناقدا وكاتبا مسرحيا	أقلام مختلفة	ت: ماهر شفيق فريد
٢٧٦- فنون السينما	فرانك جوتيران	ت: عبد القادر التلمسانى
٢٧٧- الچينات: الصراع من أجل الحياة	بريان فورد	ت: أحمد فوزى
٢٧٨- البدايات	إسحق عظيموف	ت: ظريف عبدالله
٢٧٩- الحرب الباردة الثقافية	ف.س. سوندرز	ت: طلعت الشايب
٢٨٠- من الأدب الهندى الحديث والمعاصر	بريم شند وآخرون	ت: سمير عبدالحميد
٢٨١- الفردوس الأعلى	مولانا عبد الحليم شرر الكهنوى	ت: جلال الحفناوى
٢٨٢- طبيعة العلم غير الطبيعية	لويس ولبيرت	ت: سمير حنا صادق
٢٨٣- السهل يحترق	خوان رولفو	ت: على البمبى
٢٨٤- هرقل مجنونا	يوريبيدس	ت: أحمد عتمان
٢٨٥- رحلة الخواجة حسن نظامى	حسن نظامى	ت: سمير عبد الحميد
٢٨٦- رحلة إبراهيم بك ج٣	زين العابدين المراغى	ت: محمود سلامة علاوى
٢٨٧- الثقافة والعولمة والنظام العالمى	انتونى كنج	ت: محمد يحيى وآخرون
٢٨٨- الفن الروائى	ديفيد لودج	ت: ماهر البطوطى
٢٨٩- ديوان منجوهرى الدامغانى	أبو نجم أحمد بن قوص	ت: محمد نور الدين عبدالمنعم
٢٩٠- علم اللغة والترجمة	جورج مونان	ت: أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١- المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج١	فرانشسكو رويس رامون	ت: السيد عبد الظاهر
٢٩٢- المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج٢	فرانشسكو رويس رامون	ت: السيد عبد الظاهر

٢٩٣- مقدمة للأدب العربى	روجر آلان	ت: نخبة من المترجمين
٢٩٤- فن الشعر	بوالو	ت: رجاء ياقوت صالح
٢٩٥- سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل	ت: بدر الدين حب الله الديب
٢٩٦- مكبث	وليم شكسبير	ت: محمد مصطفى بدوى
٢٩٧- فن النحو بين اليونانية والسريانية	ديونيسيوس ثراكس - يوسف الأهوانى	ت: ماجدة محمد أنور
٢٩٨- مأساة العبيد	أبو بكر تفاوابليوه	ت: مصطفى حجازى السيد
٢٩٩- ثورة التكنولوجيا الحيوية	جين ل. ماركس	ت: هاشم أحمد فؤاد
٣٠٠- أسطورة برومثيوس مج١	لويس عوض	ت: جمال الجزيرى وبهاء چاهين
٣٠١ أسطورة برومثيوس مج٢	لويس عوض	ت: جمال الجزيرى و محمد الجندى
٣٠٢- فنجنشتين	جون هيتون وجودى جروفز	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٣- بوذا	جين هوب وبورن فان لون	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤- ماركس	ريوس	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥- الجلد	كروزيو مالابارته	ت: صلاح عبد الصبور
٣٠٦- الحماسة - النقد الكانطى للتاريخ	چان - فرانسوا ليوتار	ت: نبيل سعد
٣٠٧- الشعور	ديفيد بابينو	ت: محمود محمد أحمد
٣٠٨- علم الوراثة	ستيف جونز	ت: ممدوح عبد المنعم أحمد
٣٠٩- الذهن والمخ	أنجوس چيلاتى	ت: جمال الجزيرى
٣١٠- يونج	ناجى هيد	ت: محيى الدين محمد حسن
٣١١- مقال فى المنهج الفلسفى	كولنجوود	ت: فاطمة إسماعيل
٣١٢- روح الشعب الأسود	وليم دى بويز	ت:أسعد حليم
٣١٣- أمثال فلسطينية	خايير بيان	ت: عبدالله الجعيدى
٣١٤- الفن كعدم	جينس مينيك	ت: هويدا السباعى
٣١٥- جرامشى فى العالم العربى	ميشيل بروندينو	ت: كاميليا صبحى
٣١٦- محاكمة سقراط	أ.ف. ستون	ت: نسيم مجلى
٣١٧- بلا غد	شير لايموفا- زنيكين	ت: أشرف الصباغ
٣١٨- الأدب الروسى فى السنوات العشر الأخيرة	نخبة	ت: أشرف الصباغ
٣١٩- صور دريدا	جايتر ياسبيفاك وكرستوفر نوريس	ت: حسام نايل
٣٢٠- لمعة السراج فى حضرة التاج	محمد روشن	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٢١- تاريخ إسبانيا الإسلامية ج٢	ليفى برو فنسال	ت: نخبة من المترجمين
٣٢٢- وجهات غربية حديثة فى تاريخ الفن	دبليو يوجين كليبناور	ت: خالد مفلح حمزه
٣٢٣- فن الساتورا	تراث يونانى قديم	ت: هانم سليمان
٣٢٤- اللعب بالنار	أشرف أسدى	ت: محمود سلامة علاوى
٣٢٥- عالم الآثار	فيليب بوسان	ت: كرستين يوسف
٣٢٦- المعرفة والمصلحة	جورجين هابرماس	ت: حسن صقر
٣٢٧- مختارات شعرية مترجمة	نخبة	ت: توفيق على منصور
٣٢٨- يوسف وزليخا	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت: عبد العزيز بقوش
٣٢٩- رسائل عيد الميلاد	تد هيوز	ت: محمد عيد إبراهيم
٣٣٠- كل شيء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	ت: سامى صلاح

٣٣١- عندما جاء السردين	ستيفن جراى	ت: سامية دياب
٣٣٢- القصة القصيرة فى إسبانيا	نخبة	ت: على إبراهيم على منوفي
٣٣٣- الإسلام فى بريطانيا	نبيل مطر	ت: بكر عباس
٣٣٤- لقطات من المستقبل	آرثر.س كلارك	ت: مصطفى فهمى
٣٣٥- عصر الشك	ناتالى ساروت	ت: فتحى العشرى
٣٣٦- متون الأهرام	نصوص قديمة	ت: حسن صابر
٣٣٧- فلسفة الولاء	جوزايا رويس	ت: أحمد الأنصارى
٣٣٨- قصص قصيرة من الهند	نخبة	ت: جلال السعيد الحفناوى
٣٣٩- تاريخ الأدب فى إيران جـ٣	على أصغر حكمت	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٤٠- اضطراب فى الشرق الأوسط	بيرش بيربيروجلو	ت: فخرى لبيب
٣٤١- قصائد من رلكه	راينر ماريا رلكه	ت: حسن حلمى
٣٤٢- سلامان وأبسال	نور الدين عبدالرحمن بن أحمد	ت: عبد العزيز بقوش
٣٤٣- العالم البرجوازى الزائل	نادين جورديمر	ت: سمير عبد ربه
٣٤٤- الموت فى الشمس	بيتر بلانجوه	ت: سمير عبد ربه
٣٤٥- الركض خلف الزمن	بونه ندائى	ت: يوسف عبد الفتاح فرج
٣٤٦- سحر مصر	رشاد رشدى	ت: جمال الجزيرى
٣٤٧- الصبية الطائشون	جان كوكتو	ت: بكر الحلو
٣٤٨- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى جـ١	محمد فؤاد كوبريلى	ت: عبدالله أحمد إبراهيم
٣٤٩- دليل القارئ إلى الثقافة الجادة	آرثر والدرون وآخرون	ت: أحمد عمر شاهين
٣٥٠- بانوراما الحياة السياحية	أقلام مختلفة	ت: عطية شحاتة
٣٥١- مبادئ المنطق	جوزايا رويس	ت: أحمد الانصارى
٣٥٢- قصائد من كفافيس	قسطنطين كفافيس	ت: نعيم عطية
٣٥٣- الفن الإسلامى فى الأندلس (الزخرفة الهندسية)	باسيليو بابون مالدوناند	ت: على إبراهيم على منوفى
٣٥٤- الفن الإسلامى فى الأندلس (الزخرفة النباتية)	باسيليو بابون مالدوناند	ت: على إبراهيم على منوفى
٣٥٥- التيارات السياسية فى إيران	حجت مرتضى	ت: محمود سلامة علاوى
٣٥٦- الميراث المر	بول سالم	ت: بدر الرفاعى
٣٥٧- متون هيرميس	نصوص قديمة	ت: عمر الفاروق عمر
٣٥٨- أمثال الهوسا العامية	نخبة	ت: مصطفى حجازى السيد
٣٥٩- محاورات بارمنيدس	أفلاطون	ت: حبيب الشارونى
٣٦٠- أنثروبولوچيا اللغة	أندريه جاكوب ونويلا باركان	ت: ليلى الشربينى
٣٦١- التصحر: التهديد والمجابهة	آلان جرينجر	ت: عاطف معتمد وآمال شاور
٣٦٢- تلميذ بابنيبرج	هاينرش شبورال	ت: سيد أحمد فتح الله
٣٦٣- حركات التحرر الأفريقى	ريتشارد جيبسون	ت: صبرى محمد حسن
٣٦٤- حداثة شكسبير	إسماعيل سراج الدين	ت: نجلاء أبو عجاج
٣٦٥- سأم باريس	شارل بودلير	ت: محمد أحمد حمد
٣٦٦- نساء يركضن مع الذئاب	كلاريسا بنكولا	ت: مصطفى محمود محمد
٣٦٧- القلم الجرئ	نخبة	ت: البرّاق عبدالهادى رضا
٣٦٨- المصطلح السردى	جيرالد برنس	ت: عابد خزندار

٣٦٩- المرأة فى أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوى	ت: فوزية العشماوى
٣٧٠- الفن والحياة فى مصر الفرعونية	كليرلا لويت	ت: فاطمة عبدالله محمود
٣٧١- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى ج٢	محمد فؤاد كوبريلى	ت: عبدالله أحمد إبراهيم
٣٧٢- عاش الشباب	وانغ مينغ	ت: وحيد السعيد عبدالحميد
٣٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه	أمبرتو إيكو	ت: على إبراهيم على منوفى
٣٧٤- اليوم السادس	أندريه شديد	ت: حمادة إبراهيم
٣٧٥- الخلود	ميلان كونديرا	ت: خالد أبو اليزيد
٣٧٦- الغضب وأحلام السنين	نخبة	ت: إدوار الخراط
٣٧٧- تاريخ الأدب فى إيران جـ٤	على أصغر حكمت	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٧٨- المسافر	محمد إقبال	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٧٩- ملك فى الحديقة	سنيل باث	ت: جمال عبدالرحمن
٣٨٠- حديث عن الخسارة	جونتر جراس	ت: شيرين عبدالسلام
٣٨١- أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	ت: رانيا إبراهيم يوسف
٣٨٢- تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار	ت: أحمد محمد نادى
٣٨٣- هدية الحجاز	محمد إقبال	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٨٤- القصص التى يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	ت: إيزابيل كمال
٣٨٥- مشترى العشق	محمد على بهزادراد	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٨٦- دفاعًا عن التاريخ الأدبى النسوى	جانيت تود	ت: ريهام حسين إبراهيم
٣٨٧- أغنيات وسوناتات	چون دن	ت: بهاء چاهين
٣٨٨- مواعظ سعدى الشيرازى	سعدى الشيرازى	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٨٩- من الأدب الباكستانى المعاصر	نخبة	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٩٠- الأرشيفات والمدن الكبرى	نخبة	ت: عثمان مصطفى عثمان
٣٩١- الحافلة الليلكية	مايف بينشى	ت: منى الدروبى
٣٩٢- مقامات ورسائل أندلسية	نخبة	ت: عبداللطيف عبدالحليم
٣٩٣- فى قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	ت: نخبة
٣٩٤- القوى الأساسية الأربع فى الكون	بول ديفيز	ت: هاشم أحمد محمد
٣٩٥- ألام سياوش	إسماعيل فصيح	ت: سليم حمدان
٣٩٦- السافاك	تقى نجارى راد	ت: محمود سلامة علاوى
٣٩٧- نيتشه	لورانس جين	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٨- سارتر	فيليب تودى	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٩- كامى	ديفيد ميروفتس	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٤٠٠- مومو	مشيائيل إنده	ت: باهر الجوهرى
٤٠١- الرياضيات	زيادون ساردر	ت: ممدوح عبد المنعم

التنفيذ والطباعة: Stampa
11 ميدان سفنكس - المهندسين
تليفون: 3034408 - 3448824

المجلس الأعلى للثقافة

المشروع القومي للترجمة

Introducing... Mathematics

Ziauddin Sardar
&
Jerry Ravetz
Borin Van Loon

أقدم لك ... هذه السلسلة!

ليست أفكار الفلسفة هي وحدها الغامضة، بل هناك أيضًا كثرة كثيرة من الأفكار العلمية - في جميع العلوم تقريبًا بلا استثناء - يصعب على القارئ غير المتخصص أن يستوعبها بسهولة، ومن ثم فهي تحتاج إلى شرح وإيضاح بالرسوم والصور فما هو الشعور واللا شعور؟ وما هو الفرق بين الذهن والمخ، وكيف نتعامل معهما. وما هي الوراثة والمورثات؟ وما الرياضيات، ولماذا كانت غامضة بالنسبة لمعظم الناس؟

كما أننا نحتاج إلى أن نعرف شيئًا عن كبار من العلماء بطريقة مبسطة - عن فرويد ويونج وكلاين ونيوتن وهوكنج .... الخ.

وإذا كانت الأعداد الستة الأولى من هذه السلسلة قد عرضت لمجموعة من الفلاسفة لاستجلاء غوامض أفكارهم عن طريق الرسوم، والصور، والأشكار التوضيحية، فأننا نفعل الشئ نفسه بالنسبة للأفكار العلمية، عن الشعور، واللاشعور، والذهن، والمخ .... الخ. وغيرها من أفكار وإننا نأمل أن يجد فيها القارئ نفس المتعة السابقة.

علم الرياضيات